Instytut Badań Edukacyjnych

Utwór ten powstał w ramach projektu *„Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego”* współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego. Na podstawie powyższego projektu zadania zestawił Bogdan Sawicki.

Spis zadań dla gimnazjum oraz SP

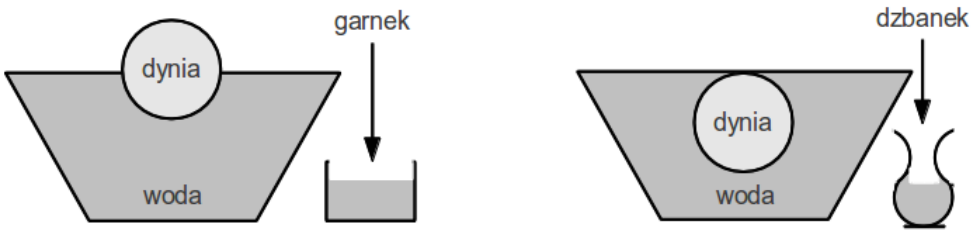
Spis zadań 1
Gęstość dyni 4
Zależność prędkości od czasu 5
Sprint na olimpiadzie 8
Schładzanie wody 10
Budowa oka 11
Wrzenie wody 14
Zadanie 1 14
Zadanie 2 16
Elektromagnes 18
Zadanie 1 18
Zadanie 2 19
Zadanie 3 21
Doświadczenie ze strzykawką 23
Przyspieszający samochód 25
Zjawisko dyfuzji 26
Plastelina: kulka i krążek 28
Telefon pod kloszem 30
Baterie w laptopie 31
Skala mapy 33
Badanie szkodliwości telefonów 35
Lato na półkuli północnej 36
Doświadczenie Ottona von Guericke 39
Telefony GSM 40
Ciśnienie hydrostatyczne 42
Ruch bez sił 44
Rozpuszczanie lodu 45
Mapa CERNu 47
Fletnia Pana 49
Akomodacja oka 51
Sygnał Ziemia - Księżyc 53
Infradźwięki 54
Lampa Davy'ego 56
Płynąca rzeka 58
Kolorowe koło 60
Kolejka górska 61
Rozszerzalność wody 63
Achilles i żółw 65
Siła tarcia 67
Załamany promień 69
Rtęć i świetlówki 71
Gotowanie 73
Baterie w latarce 75

Na bieżni....76
W lustrzanym odbiciu....78
Huśtawka....80
Unoszący się balon....82
Pływająca plastelina....84
Prędkość średnia i chwilowa....85
Gęstość skały....87
Kiedy wykonano pracę....88
Wzór na okres wahadła....90
Konwekcja i przewodnictwo....92
Gramatura papieru....93
Żarówki....95
Prąd w żarówce....96
Pierwsza zasada dynamiki....97
Start samolotu....99
Przeciąganie liny....100
Straty przy gotowaniu....102
Droga hamowania....103
Radar....105
Sonar....106
Lodówka....108
Pomiar czasu biegu....109
Nanodruty....111
  Zadanie 1....111
  Zadanie 2....113
Piec do wytwarzania nanodrutów....115
  Zadanie 1....116
  Zadanie 2....117
  Zadanie 3....118
Pory roku....120
Naładowane kulki....122
  Zadanie 1....122
  Zadanie 2....124
Biegiem do toalety....126
Obwody elektryczne....127
Siła wyporu....129
Lądowanie samolotu....131
Grające butelki....133
Smażenie powideł....134
Biomasa....136
Elektroskop....138
Porażenie prądem....140
Żarzący drut....142
Zimny balon....145
Wrzenie, ciśnienie....147
Elektrownia słoneczna....149
Dystrybutor wody....151
Kostki lodu....153
Przybliżona wartość....155
Wycieczka do Australii....157
Równowaga sił....159
Sztabka szklana....160
Dźwignia....162
Zegar z wahadłem....164

Okres drgań wahadła 165
Wycieczka do Krakowa 166
Ładowarka telefonu 168
Obserwacja planety Wenus 169
Zadanie 170
Dieta pana Franka 171
Zadanie 1 171
Zadanie 2 173
Ławka w parku 174
Bieg na czas 176
Energia protonu 178
Widzenie kolorów 179
Dlaczego latarka nie świeci? 181
Czajnik elektryczny 183
Zamarzanie jeziora 185
Energia piłki 187
Wyskakująca piłeczka 188
Lokomotywa 190
Szklanka i termos 191
Stygnięcie wody 192
Zadanie 1 193
Zadanie 2 194
Ruch klocka - wykresy 195
Masło i olej 197
Herbata 201
Tęcza 203
Natężenie prądu 205
Przyspieszenie 208
Tabela i wykres 210
Siłomierz i woda 212
Pompa ciepła 215
Tonące drewno 218
Droga hamowania 221
Ciepło i praca 223
Moc żarówki 225
Biegowe rekordy świata 226
Rekord Polski na 100 m 229
Pomiary drgań wahadła 230
Ciąg przyczynowo - skutkowy 231
Obwód elektryczny 233
Sygnał z satelity 234
Gotowanie w papierowym kubku 235
Przyczyny i skutki 237
Jak zmienia się temperatura wrzenia wody wraz z wysokością? 239
Zjazd z górskiej przełęczy 240
Bezpieczniki 242
Motocykl i samochód 243
Obóz nurkowy 245
Pomiar siły wyporu 246

Gęstość dyni

Janek chciał wyznaczyć średnią gęstość dyni. W tym celu włożył ją do miski wypełnionej po brzegi wodą. Dynia pływała po powierzchni, a tę część wody która się wylała z naczynia Jacek zebrał do garnka. Następnie wepchnął dynię pod wodę tak by była całkowicie zanurzona. Wodę która teraz dodatkowo się wylała zebrał do dzbanka.



Które działanie pozwoli wyznaczyć średnią gęstość dyni?

☐A. **masa** wody z garnka / **objętość** wody z dzbanka

☐B. **masa** wody z dzbanka / **objętość** wody z garnka

☐C. **masa** wody z garnka / **objętość** wody z (garnka + dzbanka)

☐D. **masa** wody z dzbanka / **objętość** wody z (garnka + dzbanka)

☐E. **masa** wody z (garnka + dzbanka) / **objętość** wody z garnka

☐F. **masa** wody z (garnka + dzbanka) / **objętość** wody z dzbanka

☐G. **masa** wody z (garnka + dzbanka) / **objętość** wody z (garnka + dzbanka)

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
3.4. Właściwości materii. Uczeń stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych
8.1. Wymagania przekrojowe. Uczeń opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność zaprojektowania prostego doświadczenia fizycznego, którego celem jest wyznaczenie gęstości dyni. Do dyspozycji mamy w tym przypadku miskę wypełnioną po brzegi wodą, garnek oraz dzbanek. Gęstość jest zdefiniowana jako masa badanego ciała podzielona przez jego objętość. W takim razie musimy wyznaczyć obie te wielkości jedynie przy pomocy wymienionych powyżej przedmiotów.

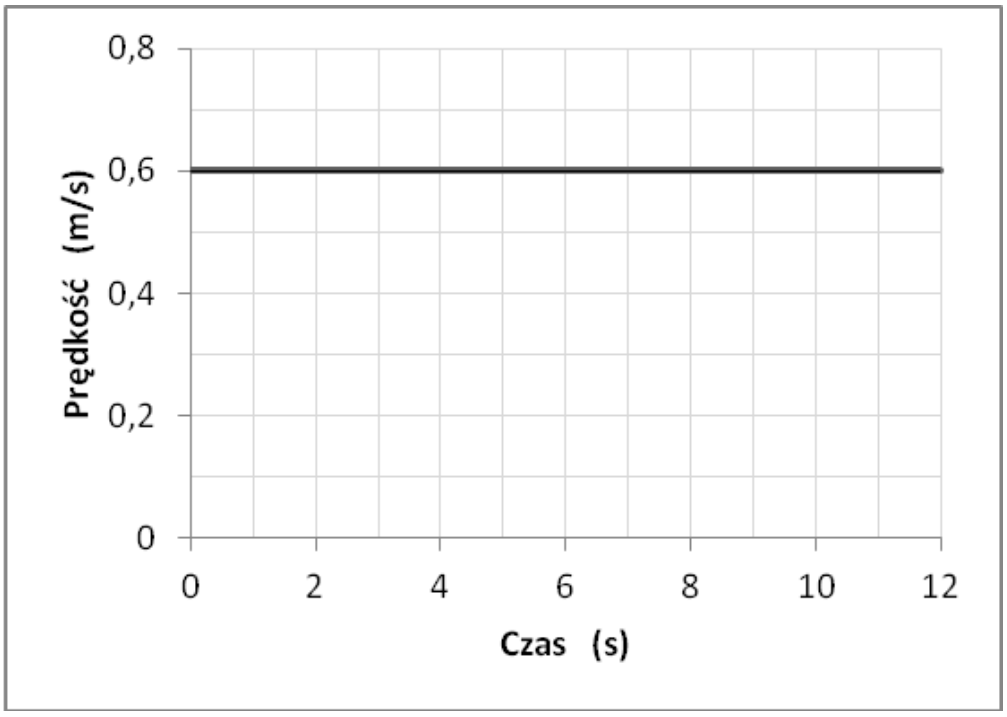
W sytuacji opisanej w zadaniu wkładamy najpierw dynię do miski, przy czym wylewającą się wodę zbieramy do garnka. Stwierdzamy, że dynia pływa po powierzchni wody. Zgodnie z prawem Archimedesa, pływająca dynia „traci" na ciężarze tyle, ile waży wyparta przez nią ciecz. Zauważmy przy tym, że skoro dynia pływa, oznacza to, że siła wyporu całkowicie zrównoważyła jej ciężar. Zatem masa wypartej wody zebranej do garnka jest równa masie dyni.

Kolejnym krokiem jest zanurzenie dyni pod powierzchnię wody. Wodę wylewającą się w trakcie tej czynności zbieramy z kolei do dzbanka. Ponieważ dynia pływała wcześniej częściowo zanurzona – jej całkowita objętość równa jest sumie objętości wody zebranej w garnku i wody zebranej w dzbanku. W takim razie gęstość dyni wyznaczymy ze wzoru ρ = masa wody z garnka / objętość wody z (garnka + dzbanka); (odpowiedź C).

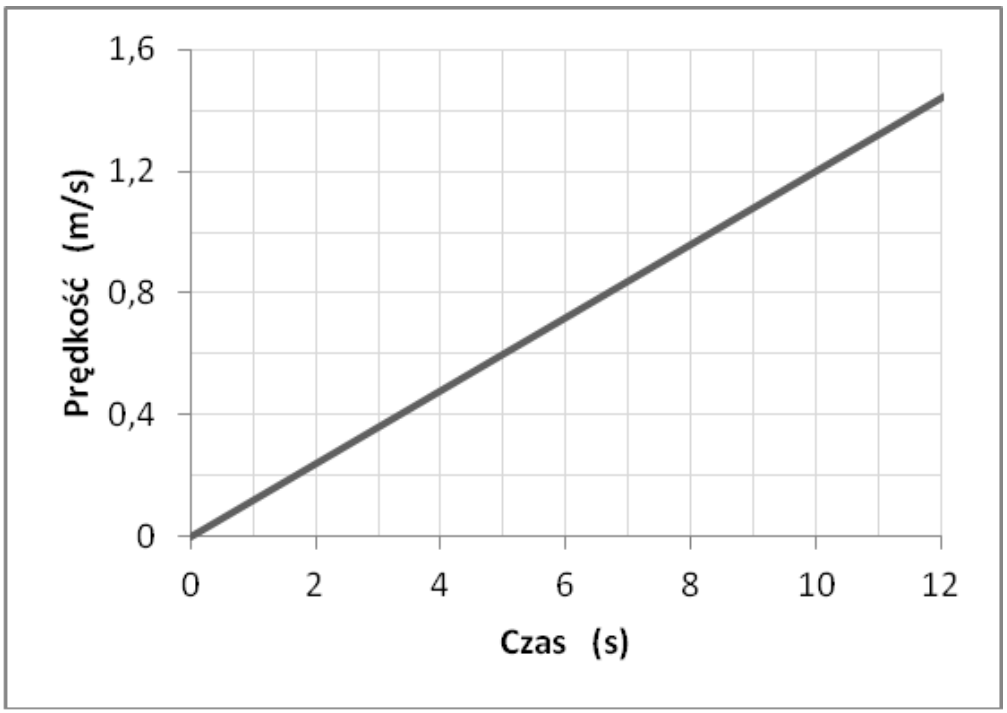
W badaniu w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjum prawidłowo rozwiązało to zadanie 16% uczniów. Najczęściej wskazywaną przez nich odpowiedzią była odpowiedź F, którą wybrało 27% osób. Uczniowie decydujący się na tę odpowiedź najprawdopodobniej przyjęli, że masa dyni jest równa sumie masy wody z garnka i masy wody z dzbanka, nie analizując działających na pływającą dynię sił. Warto zatem, na przykład przy okazji realizacji obowiązkowego doświadczenia, polegającego na wyznaczaniu gęstości ciał stałych przy pomocy wagi i linijki, omówić alternatywne metody określania masy i objętości badanego ciała.

Zależność prędkości od czasu

Dwa ciała poruszały się po tej samej trasie. Prędkość pierwszego ciała zmieniała się w czasie zgodnie z wykresem 1, a prędkość drugiego ciała – zgodnie z wykresem 2.



Wykres 1



Wykres 2

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

	Stwierdzenie	**Czy jest prawdziwe?**
1	Oba ciała poruszały się ze stałą prędkością.	☐ TAK / ☐ NIE
2	W chwili t = 5 s prędkości obu ciał były równe.	☐TAK / ☐ NIE
3	Oba ciała w czasie t = 10 s przebyły tę samą drogę.	☐ TAK / ☐ NIE

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.NIE., 2.TAK., 3TAK.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.2. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odczytuje prędkość i przebytą odległość z wykresów zależności drogi i prędkości od czasu, oraz rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego
2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła

8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność interpretacji wykresów na przykładzie zależności prędkości ciała od czasu trwania ruchu i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Może ono pomóc w realizacji kilku punktów podstawy programowej, w szczególności kładących nacisk na przetwarzanie danych z postaci graficznej na słowną.

W przypadku pierwszego wykresu prędkość poruszającego ciała nie zmienia się w czasie (przyjmuje stałą wartość), zatem ciało to porusza się ruchem jednostajnym. Z drugiego wykresu możemy odczytać, że prędkość ciała rośnie liniowo wraz z czasem. W takim razie to ciało porusza się z pewnym przyspieszeniem. Zatem pierwsze ze stwierdzeń zestawionych w tabeli jest fałszywe. Takiej odpowiedzi udzieliło aż 89% uczniów biorących udział w badaniu.

Nieco więcej problemów uczniowie mieli z kolejną częścią zadania. Aby ją rozwiązać, należało znaleźć na osi czasu wartość t = 5 s, a następnie kolejno z obu wykresów odczytać, jaką prędkość osiągają opisane ciała we wskazanej chwili. Zarówno pierwsze, jak i drugie ciało poruszało się w chwili t = 5 s z prędkością równą 0,6 m/s, a zatem drugie stwierdzenie jest prawdziwe. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło 75% uczestników badania.

Najbardziej problematyczna okazała się ocena trzeciego stwierdzenia. Aby na podstawie wykresu zależności prędkości od czasu wyznaczyć przebytą przez ciało drogę, można obliczyć pole pod wykresem. W przypadku pierwszego wykresu powinniśmy wyznaczyć pole prostokąta o bokach równych odpowiednio 10 s oraz 0,6 m/s. W przypadku drugiego wykresu należy znaleźć pole trójkąta o podstawie równej 10 cm i wysokości 1,2 m/s. Podstawienie tych wartości do odpowiednich wzorów prowadzi w obu przypadkach do tego samego wyniku (6 metrów), zatem ostatnie stwierdzenie jest prawdziwe. Inną metodą obliczenia drogi przebytej przez ciało jest wyznaczenia prędkości średniej i przemnożenie tej wielkości przez czas ruchu. W przypadku obu wykresów uzyskujemy dla pierwszych 10 sekund ruchu tę samą wartość prędkości średniej (0,6 m/s), zatem oba ciała przebyły w tym czasie tę samą drogę. Ta część zadania została prawidłowo rozwiązany przez 32% uczniów, przy czym różnicowała ona znacznie mocniej niż dwie poprzednie.

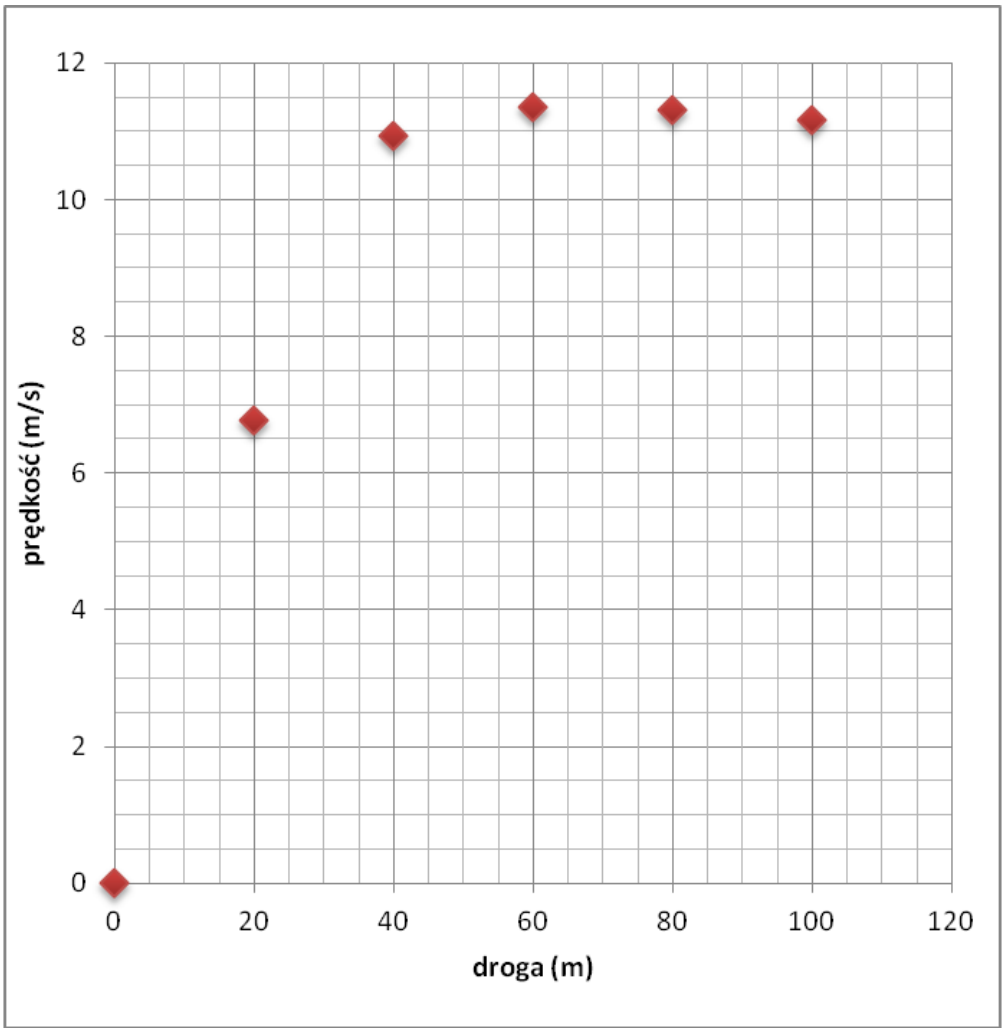
Prawidłowej oceny wszystkich trzech stwierdzeń dokonało tylko 17% osób biorących udział w badaniu. Oznacza to, że niemal połowa uczniów prawidłowo rozwiązujących ostatnią, najtrudniejszą część zadania, popełniała błędy na wcześniejszych etapach. Najprawdopodobniej uczniowie gimnazjum nie mają wystarczającej praktyki z wyznaczaniem niektórych wielkości fizycznych przy użyciu metod matematycznych i większość z nich nie wie, jak obliczyć przebytą drogę, posługując się wykresem zależności prędkości od czasu.

Być może dla części uczniów problem jest dużo szerszy – wyniki dotychczasowych badań przeprowadzonych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych sugerują, że na III etapie edukacyjnym uczniowie nienajlepiej radzą sobie z odczytywaniem i przetwarzaniem informacji przedstawionych w formie graficznej. Wskazane byłoby zatem systematyczne ćwiczenie tych umiejętności na różnych przykładach.

Uczniom szczególnie zainteresowanym przedmiotami ścisłymi (w szczególności matematyką i informatyką) można przy okazji omawiania tego zadania przybliżyć pojęcie całki oraz nawiązać do metod całkowania numerycznego. Najprawdopodobniej uczniowie ci spotkają się z tymi pojęciami na dalszych etapach edukacyjnych, niemniej warto oswoić ich już na poziomie gimnazjum z pewną terminologią i stworzyć podstawy do zdobywania bardziej zaawansowanych umiejętności z tej dziedziny.

Sprint na olimpiadzie

Podczas treningu biegaczy ważnym elementem jest dokładne opracowanie zestawów ćwiczeń. Pomocne są w tym różnego rodzaju statystyki. Jedną z nich jest prędkość uzyskiwana przez biegacza na poszczególnych etapach biegu. Poniżej przedstawiono wyniki pomiarów prędkości sportowca biorącego udział w biegu na 100 m podczas finału Igrzysk Olimpijskich w Barcelonie.



Na podstawie powyższego wykresu zadecyduj, które zdania są prawdziwe, a które fałszywe.

	Stwierdzenie	Prawda czy Fałsz?
1	Prędkość zawodnika na całym dystansie rosła proporcjonalnie do przebytej przez niego drogi.	☐Prawda / ☐ Fałsz
2	Swoją maksymalną prędkość zawodnik osiągnął po przebiegnięciu dystansu około 60 metrów.	☐Prawda / ☐ Fałsz
3	Prędkość zanotowana na 20 metrze była minimalną prędkością zawodnika.	☐Prawda / ☐ Fałsz
4	Przyspieszenie zawodnika było maksymalne na odcinku od 40 do 60 metra.	☐Prawda / ☐ Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.Fałsz., 2.Prawda., 3.Fałsz., 4.Fałsz.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym
1.6. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Z badań przeprowadzonych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych wynika, że na III etapie edukacyjnym uczniowie mają problemy z interpretacją wykresów i odczytywaniem z nich informacji. Prezentowane zadanie jest propozycją służącą przećwiczeniu tych umiejętności na nieco nietypowym przykładzie. Pokazana zależność jest zależnością prędkości chwilowej zawodnika od przebytej przez niego drogi, podczas gdy w praktyce szkolnej uczeń zwykle spotyka się z wykresami zależności prędkości lub przyspieszenia od czasu.

Aby rozwiązać zadanie, uczeń powinien ocenić prawdziwość stwierdzeń zestawionych w tabeli. Stwierdzenie pierwsze jest fałszywe: prędkość zawodnika najszybciej rosła na dystansie pierwszych 20 metrów, następnie zaczęła przyrastać wolniej, aż w końcu osiągnęła niemal stałą wartość. Gdyby prędkość zawodnika rosła proporcjonalnie do przebytej drogi, przebycie każdych kolejnych 20 metrów spowodowałoby jej wzrost o tę samą wartość. Punkty pomiarowe układałyby się wówczas na linii prostej, a tymczasem leżą one na krzywej.

Drugie stwierdzenie jest prawdziwe – jeśli prześledzimy zależność pomiędzy prędkością zawodnika a przebytą przez niego drogą, to zauważymy, że najwyższą prędkość zanotowano w odległości 60 metrów od startu. Nie jest jednak prawdziwe stwierdzenie trzecie. Warto uświadomić uczniom, że pomiary wykonywane były co 20 metrów, zatem prędkość sportowca narastała od zera do wartości zarejestrowanej na pierwszych 20 metrach jego dystansu. Można przy okazji również zademonstrować, w jaki sposób należałoby dopasować do uzyskanych punktów pomiarowych krzywą ciągłą, tak aby było możliwe określenie prędkości chwilowej zawodnika w każdej odległości od mety.

Czwarte stwierdzenie może się wydawać w pierwszej chwili dosyć trudne do oceny. Gdybyśmy bowiem mieli do czynienia z wykresem zależności prędkości od czasu, przyspieszenie moglibyśmy w bardzo prosty sposób wyznaczyć jako zmianę prędkości w pewnej ustalonej jednostce czasu. Nie należy jednak zapominać, że nie potrzebujemy znać dokładnej wartości przyspieszenia, a powinniśmy jedynie ustalić, na którym odcinku zawodnik poruszał się z maksymalnym przyspieszeniem.

Zauważmy, że największy przyrost prędkości zawodnika nastąpił pomiędzy startem a 20. metrem. Skoro na tym odcinku prędkość wzrosła najszybciej, to zawodnik pokonał ten odcinek w najkrótszym czasie. Korzystając z podanej powyżej definicji przyspieszenia ustalamy, że przyspieszenie biegacza było największe w trakcie pokonywania pierwszego dwudziestometrowego odcinka. Na kolejnych dwóch odcinkach prędkość wzrastała o coraz mniejszą wartość, do tego w coraz dłuższym czasie. W takim razie ostatnie stwierdzenie jest fałszywe, ponieważ na odcinku pomiędzy 40 a 60 metrem przyspieszenie zawodnika było mniejsze niż na dwóch poprzednich odcinkach.

Schładzanie wody

Przemiana lodu w wodę wymaga dostarczenia dużej ilości energii: wystarczyłaby ona do ogrzania takiej samej masy wody o 80° C.

Dysponujemy kostkami lodu o temperaturze 0° C. Jaką najmniejszą ilość lodu należy dodać do 200 g wody znajdującej się w termosie, aby obniżyć jej temperaturę od 20° C do 0° C?

Wskaż prawidłową odpowiedź.

☐ A. 50 g

☐B. 100 g

☐C. 200 g

☐ D. 800 g

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła
2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
2.10. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność wnioskowania na podstawie tekstu i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Rozwiązywanie zadania należy zacząć od jego dokładnej lektury i zapoznania się z przytoczonymi w nim danymi liczbowymi. Dowiadujemy się mianowicie, że aby stopić pewną masę lodu, należy dostarczyć mu ilość energii wystarczającą do podniesienia temperatury tej samej masy wody aż o 80° C.

Zrozumienie tej informacji jest kluczowe, pozwala ona bowiem rozwiązać zadanie bez korzystania z jakichkolwiek wzorów i bez wykonywania skomplikowanych obliczeń.

Zastanówmy się teraz, co należałoby zrobić, aby schłodzić wodę do niższej temperatury. Otóż należałoby znaleźć sposób na to, aby woda przekazała innemu ciału równowartość energii potrzebnej do jej podgrzania o tę samą temperaturę. Możemy w tym celu wykorzystać lód: jeśli wrzucimy go do wody, pobierze on od niej taką ilość energii, jaka jest potrzebna do jego stopienia, co poskutkuje obniżeniem temperatury wody.

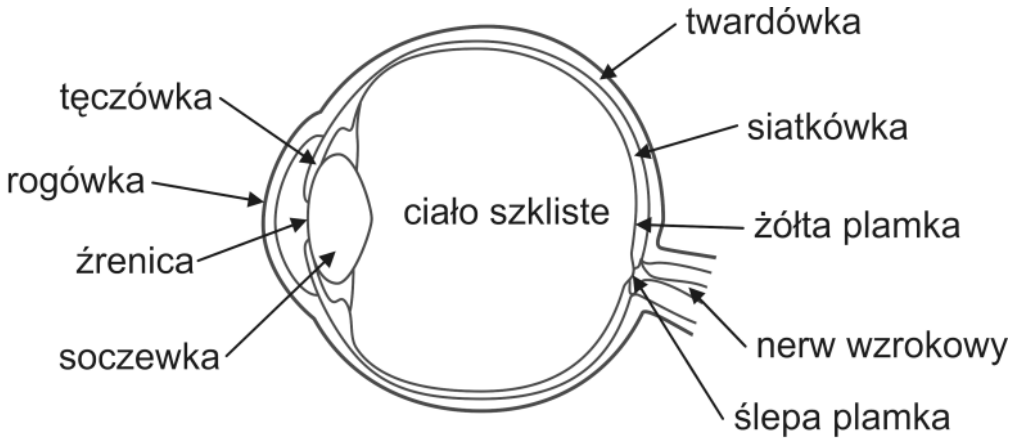
Jeśli przyjrzymy się bliżej sytuacji opisanej w zadaniu, zauważymy, że aby je rozwiązać, pozostaje w tej chwili ustalić, jaka ilość lodu pobierze od wody energię wystarczającą do obniżenia jej temperatury dokładnie o 20° C. Będzie to dokładnie ta sama ilość energii, która pozwoliłaby na jej ogrzanie o tę wartość. Energia potrzebna do podniesienia temperatury wody o 20° C to czwarta część energii potrzebnej do ogrzania tej samej masy wody o 80° C. A zatem wystarczy wrzucić do wody lód o masie czterokrotnie mniejszej niż masa wody znajdującej się w naczyniu, aby obniżyć jej temperaturę o żądaną wartość. Prawidłową odpowiedzią jest zatem odpowiedź A: „50 g”.

Prawidłowej odpowiedzi udzieliło w badaniu 18% uczniów. Ogromna większość uczestników badania wskazywała jedną z odpowiedzi nieprawidłowych (79%). Tylko niewielki odsetek uczniów pozostawił zadanie bez rozwiązania (3%). Uzyskane wyniki wskazują na fakt, iż gimnazjaliści mają problem z zadaniami wymagającymi analizy tekstu i przeprowadzenia rozumowania z wykorzystaniem zawartych w nim informacji. Pomimo formy zadania, sugerującej, że trzeba będzie wykonać jakieś obliczenia, w tym przypadku wystarcza znajomość zasady zachowania energii i umiejętność odniesienia jej do opisanej sytuacji.

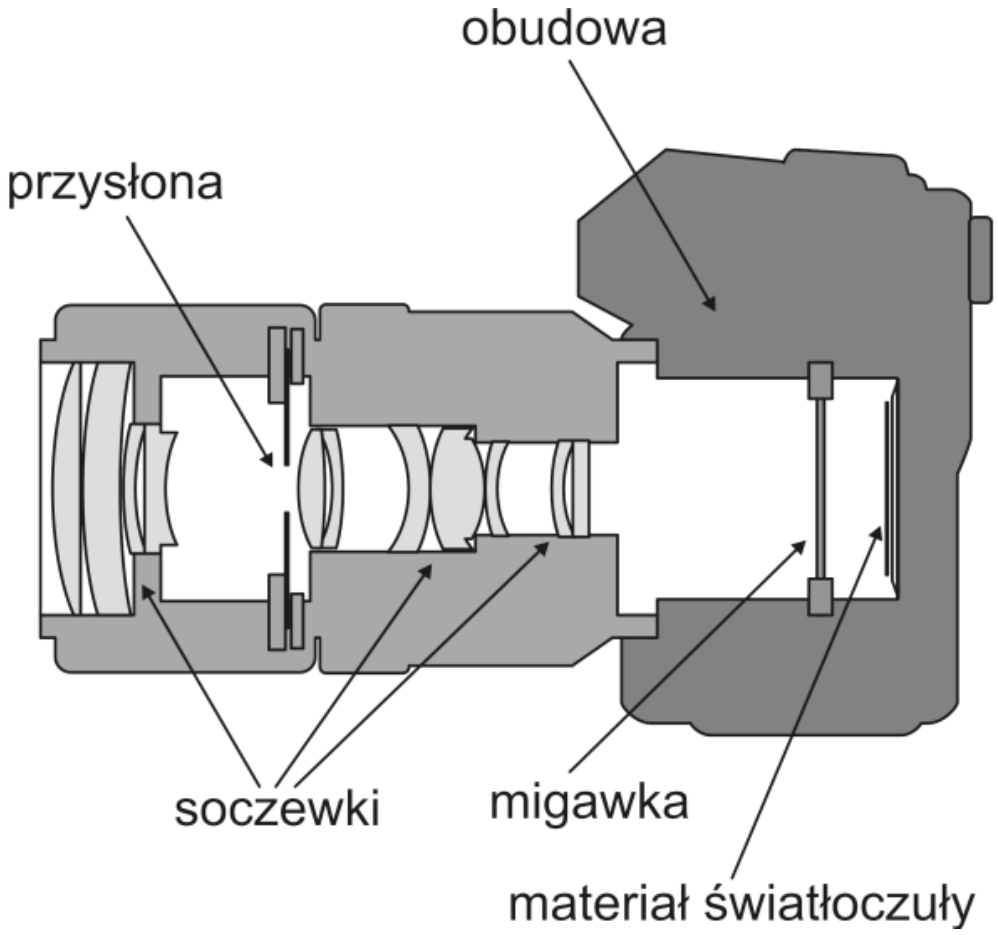
Budowa oka

Siatkówka oka składa się z receptorów nerwowych, które nazwane są pręcikami i czopkami. Pręciki odpowiadają za czarno-białe widzenie w warunkach słabego oświetlenia, natomiast czopki – za widzenie barw w warunkach dobrego oświetlenia.

Na poniższych ilustracjach przedstawiono kolejno budowę ludzkiego oka oraz budowę aparatu fotograficznego.



Rys. 1. Budowa ludzkiego oka



Rys. 2. Budowa aparatu fotograficznego

Na podstawie tekstu oraz zamieszczonych ilustracji ustal, jaki element aparatu fotograficznego pełni rolę analogiczną do roli pręcików i czopków w ludzkim oku.

☐A. układ soczewek

☐B. obudowa aparatu

☐C. przysłona i migawka

☐D. materiał światłoczuły

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.6. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (biegnących równolegle do osi optycznej) posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność interpretacji informacji graficznej i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać, należy porównać schematyczny rysunek oka ludzkiego ze schematem aparatu fotograficznego, a następnie, korzystając z informacji przedstawionych w tekście, wskazać element aparatu, który pełni analogiczną rolę jak czopki i pręciki w ludzkim oku. Z tekstu dowiadujemy się, że pręciki odpowiadają za czarno-białe widzenie w warunkach słabego oświetlenia, natomiast czopki – za postrzeganie barw w warunkach dobrego oświetlenia. Innymi słowy, czopki i pręciki są receptorami światła. Podobną rolę pełni w aparacie fotograficznym materiał światłoczuły (np. klisza fotograficzna, matryca CCD).

W sytuacji w której takie rozumowanie okazałoby się niewystarczające do rozwiania wątpliwości, do prawidłowego rozwiązania można było dojść również inną drogą. Zauważmy, że soczewka oka jest soczewką dwuwypukłą, a zatem skupia promienie świetlne. Wyobrażając sobie (lub rysując) bieg promieni świetlnych przez soczewkę skupiającą, uczeń powinien dojść do wniosku, że obraz powstaje po przeciwnej stronie soczewki niż otwór źrenicy. Ponieważ jest to obraz rzeczywisty, w oku musi znajdować się struktura anatomiczna pełniąca funkcję ekranu. Tą strukturą jest właśnie siatkówka z czopkami i pręcikami. W aparacie fotograficznym na tej samej zasadzie powstaje obraz rzeczywisty, przy czym rolę ekranu pełni materiał światłoczuły.

Prawidłowo rozwiązało zadanie 43,7% uczniów biorących udział w badaniu, przy czym zadanie dobrze różnicuje. Najczęściej wybieraną odpowiedzią nieprawidłową była odpowiedź A „układ soczewek" (29,6%). Trudno wskazać przyczynę, dla której odpowiedź ta cieszyła się tak dużą popularnością. Porównując schemat oka ze schematem aparatu łatwo zauważyć, że w oku oprócz dwuwypukłej soczewki występuje również komora (ograniczona od zewnątrz rogówką a od wewnątrz tęczówką), której kształt sugeruje, iż odgrywa ona pewną rolę przy skupianiu wpadającego do oka światła. W aparacie fotograficznym, w analogicznym miejscu, znajduje się układ soczewek tworzący obiektyw. Wobec tego soczewki te są odpowiednikiem układu optycznego oka, a nie czopków i pręcików znajdujących się na siatkówce.

Niewiele mniejszy odsetek uczniów (20%) wybrał odpowiedź C „przysłona i migawka". Być może uczniowie ci zasugerowali się tym, że migawka znajduje się w tylnej części aparatu, dlatego też uznali, że właśnie na niej powstaje obraz. Warto jednak pamiętać, że w tej części zadania pytano o dwa elementy. Oprócz położenia migawki należało zastanowić się również nad położeniem przysłony. Przy nieco bardziej wnikliwym porównaniu rysunków można zauważyć, że przysłona znajduje się w położeniu odpowiadającym położeniu źrenicy w ludzkim oku. Uczniowie znający zasadę działania aparatu fotograficznego mogli wobec tego zauważyć, że obie pełnią podobną funkcję – regulują dopływ światła. Zatem wymienione elementy aparatu również nie pełnią roli podobnej do roli czopków i pręcików. Ponieważ ten dystraktor praktycznie nie różnicuje, wydaje się, że osoby decydujące się na taką odpowiedź wybierały ją, nie zrozumiawszy dobrze treści polecenia i nie zastanawiając się głębiej nad analogiami pomiędzy budową oka a budową aparatu.

Wyniki uzyskane w badaniu wskazują, że uczniowie na poziomie gimnazjum mają problemy z odniesieniem wiedzy szkolnej do sytuacji praktycznych, znanych z życia codziennego. Trudność tego zadania wynika najprawdopodobniej z faktu, że zamiast konstruować obraz wytworzony przez soczewkę skupiającą, uczeń musi przeanalizować dwa schematy układów optycznych, dostrzec między nimi podobieństwa i wywnioskować (bądź to z tekstu, bądź na podstawie znajomości reguł konstrukcji obrazów wytwarzanych przez soczewki), jaki element aparatu fotograficznego odpowiada czopkom i pręcikom w ludzkim oku.

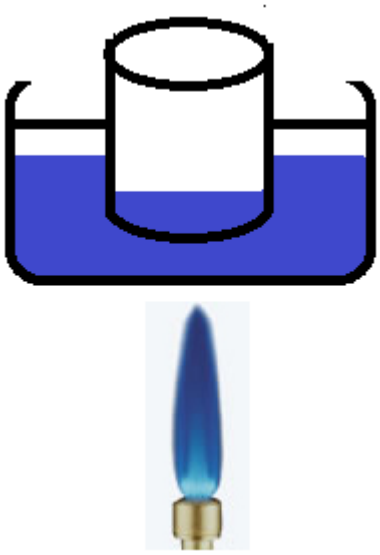
Wrzenie wody

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Prezentowana wiązka zadań sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń i została wykorzystana w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjum. Wiązkę można wykorzystać przy okazji omawiania zjawiska wrzenia oraz zjawisk związanych z transportem ciepła.

Zadanie 1

Ada zagotowała wodę w garnku i, nie przerywając jej wrzenia, wykonała następujące doświadczenie. Włożyła metalowe naczynie częściowo wypełnione wodą do garnka. Zostało ono zawieszone na specjalnym uchwycie, aby nie dotykało dna. Pomimo, że dziewczynka umieściła metalowe naczynie w garnku z wodą na bardzo długi okres czasu, znajdująca się w nim woda nie zawrzała.



Następnego dnia Ada poprosiła nauczyciela fizyki o wytłumaczenie tego zjawiska. Oto co powiedział: *„Po pewnym czasie temperatury wody w metalowym naczyniu i garnku wyrównały się – wynosiły po 100°C. A pomiędzy ciałami o tej samej temperaturze nie ma wymiany energii”.*

Dlaczego woda w metalowym naczyniu nie zawrzała? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

☐ A. Ciśnienie wewnątrz metalowego naczynia jest mniejsze od ciśnienia atmosferycznego.

☐ B. Temperatura wody w garnku jest mniejsza od 100° C.

☐ C. Średnia energia kinetyczna cząsteczek wody w garnku jest mniejsza od średniej energii kinetycznej cząsteczek wody w metalowym naczyniu.

☐ D. Do wody w metalowym naczyniu nie dostarczono wystarczającej ilości ciepła.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Wrzenie cieczy polega na jej gwałtownym parowaniu nie tylko na powierzchni, ale również w całej objętości. W trakcie podgrzewania cieczy zjawisko to zaczyna zachodzić, gdy ciśnienie wewnątrz pęcherzyków gazu tworzących się w cieczy zrównuje się z ciśnieniem zewnętrznym. Przy ustalonym ciśnieniu zewnętrznym ciecz wrze wówczas w ściśle określonej temperaturze, nazywanej temperaturą wrzenia.

Nie w każdych jednak warunkach osiągnięcie temperatury wrzenia jest równoznaczne z zainicjowaniem tego zjawiska. Jeśli podgrzewamy wodę w garnku, to pomiędzy rozgrzanymi od palnika ściankami naczynia a cieczą istnieje znaczna różnica temperatur. W tej sytuacji następuje szybki przekaz ciepła pomiędzy ściankami a zawartością naczynia. Pęcherzyki pary wodnej o odpowiednio wysokim ciśnieniu formują się wówczas w temperaturze bliskiej 100°C – początkowo w pobliżu rozgrzanych ścianek naczynia, a następnie już w całej objętości wody.

Nieco inaczej wygląda sytuacja w mniejszym naczyniu, wstawionym w większy garnek. Różnica temperatur pomiędzy wodą w garnku, a ściankami mniejszego naczynia nie jest tak znaczna, jak w poprzednim przypadku, wobec czego przekazywanie ciepła zachodzi wolniej. Gdy w końcu woda w mniejszym naczyniu osiąga temperaturę wrzenia, ciepło przestaje przepływać od ścianek, ponieważ nie ma różnicy temperatur pomiędzy naczyniem, a garnkiem, w który je włożono. Brak przepływu ciepła uniemożliwia powstawanie przy ściankach naczynia pęcherzyków pary wodnej – następuje zwykłe parowanie powierzchniowe i wrzenie nie zachodzi. Mamy wówczas do czynienia z cieczą przegrzaną i przy ciśnieniu atmosferycznym należałoby podgrzać wodę do temperatury około 120°C, aby doprowadzić ją do wrzenia.

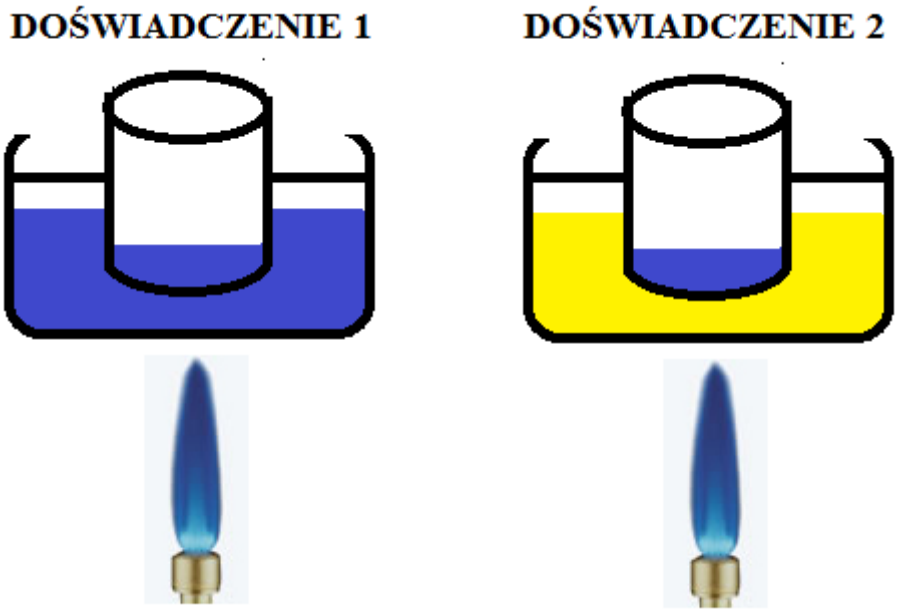
Zadanie warto wykorzystać na lekcji w połączeniu z pokazem, demonstrującym opisaną sytuację, zwłaszcza, że doświadczenie to jest bardzo proste do przeprowadzenia. Interpretacja zaobserwowanego zjawiska może być dla uczniów sporym wyzwaniem. Wprawdzie w badaniu prawidłową odpowiedź D: „do wody w metalowym naczyniu nie dostarczono wystarczającej ilości ciepła” wybrał największy odsetek uczniów klasy… uczestniczących w badaniu… (37%), jednak niewiele rzadziej była wybierana odpowiedź C: „średnia energia kinetyczna cząsteczek wody w garnku jest mniejsza od średniej energii kinetycznej cząsteczek wody w metalowym naczyniu” (30,5%). Uczniowie decydujący się na nią zapewne przeoczyli fakt, iż temperatura wody w metalowym naczyniu jest równa temperaturze wody w garnku, a zatem w obu przypadkach średnia prędkość cząsteczek (a zatem ich energia kinetyczna) jest taka sama.

Pozostałe dwie odpowiedzi były wybierane dwukrotnie rzadziej. Na odpowiedź A: „ciśnienie wewnątrz metalowego naczynia jest mniejsze od ciśnienia atmosferycznego” zdecydowało się 14,3% uczniów, pomimo oczywistej nieprawdziwości tego stwierdzenia. Wewnątrz naczynia z wodą (to znaczy na pewnej głębokości pod jej powierzchnią) panuje ciśnienie wyższe, będące sumą ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia wywieranego przez słup wody znajdującej się powyżej. Z kolei odpowiedź B: „temperatura wody w garnku jest mniejsza od 100°C” wybrało 16,9% uczestników badania. Również to stwierdzenie

jest w oczywisty sposób nieprawdziwe – skoro woda w garnku wrzała, jej temperatura musiała wynosić 100°C.

Zadanie 2

W jednym z garnków znajduje się woda, w drugim olej. W obu garnkach zanurzone są niewielkie metalowe naczynia z wodą. Naczynia są zawieszone na specjalnych uchwytach tak, aby nie dotykały dna garnków. Oba garnki ogrzewano w taki sam sposób, chcąc doprowadzić wodę w zawieszonych w nich naczyniach do wrzenia (patrz rys.).



Okazało się, że zaczęła wrzeć tylko woda w naczyniu zanurzonym w oleju, choć sam olej nie wrzał. Woda w naczyniu zanurzonym w wodzie nie wrzała, choć wrzała woda w której było zanurzone naczynie.

Który z poniższych wniosków można wyciągnąć na podstawie przeprowadzonych doświadczeń?

Stwierdzenie	Czy można wywnioskować?
1 Temperatura wrzenia oleju jest wyższa od temperatury wrzenia wody.	☐ Tak / ☐Nie
2 Gęstość oleju jest mniejsza od gęstości wody.	☐ Tak / ☐Nie
3 Ciepło właściwe oleju jest mniejsze od ciepła właściwego wody.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.Tak., 2.Nie., 3.Nie.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej
2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
2.10. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Aby rozwiązać prawidłowo kolejne etapy zadania, należy przeanalizować opisaną sytuację doświadczalną: w jednym z garnków znajduje się woda, w drugim – olej. W obu z nich zanurzone są naczynia z wodą. Oba garnki podgrzewamy „w taki sam sposób", czyli przy pomocy takich samych palników, co w praktyce oznacza, że dostarczamy im taką samą ilość energii w określonej jednostce czasu.

Z tekstu dowiadujemy się, że w momencie, w którym wrzała woda, w naczyniu zanurzonym w oleju sam olej jeszcze nie wrzał. Zauważmy, że woda znajdująca się w naczyniu nie ogrzała się do temperatury wrzenia bezpośrednio od palnika, lecz pobierała ciepło za pośrednictwem kąpieli olejowej. Świadczy to o tym, że temperatura oleju była wówczas wyższa niż temperatura wrzenia wody – inaczej energia nie przepływałaby do wody. Z tej obserwacji powinniśmy wysnuć wniosek, że olej wrze w wyższej temperaturze niż woda. Takiej odpowiedzi udzieliło 69,1% uczniów klas… uczestniczących…

Podobna była rozwiązywalność kolejnego punktu – 63% uczestników badania odpowiedziała prawidłowo, że na podstawie przeprowadzonego doświadczenia nie można wnioskować, iż gęstość oleju jest mniejsza od gęstości wody. Z pewnością część uczniów rozumiała, że nie istnieje bezpośredni związek pomiędzy gęstością cieczy a jej temperaturą wrzenia. Zdarzają się bowiem substancje o podobnej gęstości, które wrą w bardzo różnych temperaturach, jak również substancje, dla których temperatura wrzenia jest podobna, pomimo znacznych różnic gęstości.

Najwięcej problemów sprawiła uczniom ostatnia część zadania. Prawidłowo rozwiązało ją 4,8% osób biorących udział w badaniu. Prawdopodobnie przyczynił się do tego problem ze zrozumieniem sensu fizycznego pojęcia „ciepło właściwe". Termin ten należy rozumieć jako ilość energii cieplnej, którą musimy dostarczyć określonej masie substancji, aby podnieść jej temperaturę o jeden stopień. Tymczasem nigdzie w zadaniu nie ma informacji o masie wody w pierwszym garnku oraz masie oleju w drugim. Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia nie jesteśmy w stanie stwierdzić, dlaczego temperatura oleju była wyższa od temperatury wody.

Rozwiązywalność całości zadania wyniosła w badaniu 18,2%. Wynik ten wskazuje, że uczniowie mają problem z całościową analizą przebiegu doświadczenia i interpretacją zaobserwowanych zjawisk. Prawdopodobnie wynika to z faktu, iż większość obowiązkowych doświadczeń z fizyki, z jakimi w praktyce szkolnej styka się gimnazjalista, kładzie nacisk bądź to na wyznaczenie wartości liczbowej pewnej wielkości fizycznej, bądź też na demonstrację jakiegoś zjawiska. Jakkolwiek tego typu ćwiczenia wyrabiają u uczniów niezbędny warsztat doświadczalny, warto postarać się, aby przed przystąpieniem do jakichkolwiek pomiarów uczniowie mogli zastanowić się samodzielnie nad procesami leżącymi u podstaw danego zjawiska.

Elektromagnes

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Prezentowana wiązka może zostać wykorzystana na lekcji w celu omówienia zasady budowy i działania elektromagnesu oraz mechanizmu oddziaływania pomiędzy elektromagnesem a ferromagnetykiem. Jakkolwiek pierwsze zadanie nie wykracza poza tę tematykę, to już dwa kolejne dotyczą także zagadnień z mechaniki, takich jak rozpoznawanie sił działających w układzie, wskazywanie roli tych sił oraz określanie warunków równowagi dźwigni dwustronnej. Zadania te mogą posłużyć również do kształtowania umiejętności związanych z analizą tekstu oraz umiejętnością całościowego opisu rozważanego zjawiska.

Zadanie 1

Marcin nawinął na stalowy gwóźdź kilkadziesiąt zwojów izolowanego przewodu i, po podłączeniu go do baterii, uzyskał elektromagnes. Zauważył, że elektromagnes przyciąga stalowy ciężarek, który wcześniej nie wykazywał żadnych własności magnetycznych. Zastanawiał się, co stałoby się z ciężarkiem, jeżeli podłączyłby baterię odwrotnie i kierunek prądu przepływającego przez elektromagnes byłby przeciwny.

Wybierz odpowiednie fragmenty, aby uzyskać zdanie prawdziwe.

(1) Po zmianie kierunku prądu bieguny elektromagnesu

- ☐ A. pozostałyby na swoim miejscu
- ☐ B. zamieniłyby się miejscami

(2) a ciężarek byłby

- ☐ A. przyciągany przez elektromagnes.
- ☐ B. odpychany przez elektromagnes

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.B., 2.A.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

5.3. Magnetyzm. Uczeń opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania
5.5. Magnetyzm. Uczeń opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie zasady działania elektromagnesu oraz natury oddziaływania pomiędzy elektromagnesem a materiałem ferromagnetycznym (stalą). Elektromagnes, jak to opisano w zadaniu, można zbudować z zaizolowanego przewodnika nawiniętego na stalowy rdzeń. Przepływ prądu elektrycznego przez przewodnik powoduje powstanie pola magnetycznego, którego kształt jest bardzo zbliżony do kształtu pola wytwarzanego przez magnesy sztabkowe. W obu przypadkach możemy wskazać dwa bieguny pola magnetycznego: biegun północny i biegun południowy.

W przypadku magnesu sztabkowego, położenie tych biegunów jest stałe i wynika z wewnętrznej budowy ferromagnetyka. W przypadku elektromagnesu, położenie biegunów zależy od kierunku przepływu prądu. Jeśli zmienimy ten kierunek przez odwrotne podłączenie baterii do elektromagnesu, jego bieguny zamienią się miejscami, co jednak nie będzie miało wpływu na charakter oddziaływania pomiędzy elektromagnesem a stalowym ciężarkiem. Podobnie jak w przypadku magnesu sztabkowego, zarówno biegun północny, jak i południowy będzie przyciągał stal.

Prawidłowym rozwiązaniem zadania jest wobec tego kombinacja odpowiedzi 1–B, 2–A: „Po zmianie kierunku prądu bieguny elektromagnesu zamieniłyby się miejscami, a ciężarek byłby przyciągany przez elektromagnes”. Takiej odpowiedzi udzieliło 26,7% uczniów trzecich klas gimnazjum biorących udział w badaniu, przy czym bardziej kłopotliwa okazała się dla nich druga część zadania. W pierwszej części aż 73,3% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi, uważając, iż bieguny magnesu zamienią się miejscami. Jednak w części drugiej już tylko 31,3% uczniów wskazało prawidłowe rozwiązanie. Pozostali uczniowie uznali, że konsekwencją zmiany położenia biegunów będzie zmiana charakteru oddziaływania pomiędzy elektromagnesem a stalą, w efekcie czego ciężarek będzie odpychany przez elektromagnes.

Uzyskany wynik wskazuje na to, że uczniowie na III etapie edukacyjnym mają problemy ze zrozumieniem natury oddziaływania magnetycznego. W przypadku oddziaływania pomiędzy magnesem ferrytowym lub elektromagnesem a nienamagnesowaną stalą jest to bowiem oddziaływanie przyciągające. Rozwiązując zadanie, uczniowie najwyraźniej nie zastanowili się nad tym, że skoro oba bieguny magnesu sztabkowego przyciągają stal, również oba bieguny elektromagnesu będą przyciągały ciężarek wykonany z tego materiału.

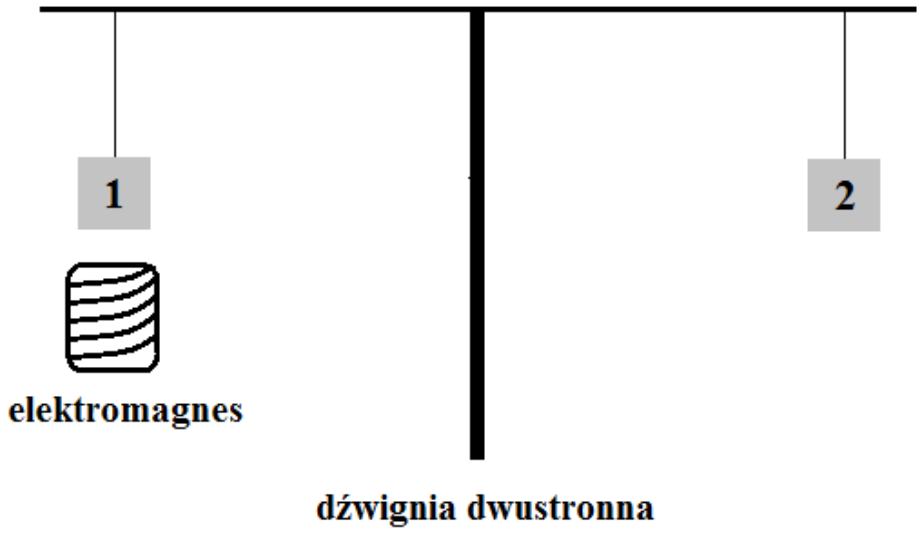
Słowa kluczowe

elektromagnes | prąd elektryczny

Zadanie 2

Marcin zawiesił na ramionach dźwigni dwustronnej (w tej samej odległości od jej środka) dwa ciężarki o różnych masach. Pierwszy ciężarek był wykonany z żelaza i Marcin umieścił pod nim elektromagnes.

Chłopiec zauważył, że oddziaływanie pomiędzy żelaznym ciężarkiem a elektromagnesem ma wpływ na równowagę dźwigni, ponieważ elektromagnes przyciąga żelazo. Wobec tego tak długo zmieniał prąd płynący przez elektromagnes, aż dźwignia znalazła się w równowadze.



(1) Masa ciężarka nr 1 (wykonanego z żelaza) jest

☐ A. mniejsza

☐ B. większa

od masy ciężarka nr 2.

(2) Możemy wysnuć taki wniosek, ponieważ na ciężarek 1 oprócz ciężaru i siły naciągu nici

☐ A. nie działa żadna dodatkowa siła.

☐ B. działa dodatkowa siła skierowana w górę.

☐ C. działa dodatkowa siła skierowana w dół.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. C.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
1.11. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu
5.3. Magnetyzm. Uczeń opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania
5.5. Magnetyzm. Uczeń opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność rozpoznawania sił działających w układach fizycznych i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. W opisanej sytuacji, przed włączeniem elektromagnesu, dźwignia nie pozostawała w równowadze ze względu na różnicę mas ciężarków. W sytuacji, w której zawiesimy ciężarki o różnych masach w jednakowych odległościach od środka dźwigni dwustronnej, ramię na które działa większy ciężar opadnie na dół. Z treści zadania wynika, że można zrównoważyć dźwignię, gdy włączy się elektromagnes, uprzednio umieszczony pod ciężarkiem żelaznym i odpowiednio dobierze wartość płynącego przez niego prądu. Oznacza to, że elektromagnes działa na ciężarek pewną dodatkową siłą.

Aby dźwignia pozostawała w równowadze, suma sił działających na ciężarek 1 musi być równa sumie sił działających na ciężarek 2. Na ciężarek 1, działają dwie siły skierowane w dół: siła przyciągania magnetycznego i ciężar. Na ciężarek 2 działa tylko jedna siła skierowana w dół: ciężar. Więc ciężar 2 musi być większy niż 1, żeby zrównoważyć siłę przyciągania magnetycznego. W takim razie prawidłowym rozwiązaniem jest kombinacja odpowiedzi 1.A., 2.C.: „Masa ciężarka nr 1 (wykonanego z żelaza) jest mniejsza od masy ciężarka nr 2. Możemy wysnuć taki wniosek ponieważ na ciężarek 1 oprócz ciężaru i siły naciągu nici działa dodatkowa siła skierowana w dół”.

Odpowiedzi takiej udzieliło 54,8% uczestników badania, przy czym zadanie dobrze ich różnicowało. Trudność obu części zadania okazała się porównywalna – pierwszą część rozwiązało prawidłowo 66,1% uczniów, a drugą – 74,2%. Najwyraźniej uczniowie nie mieli większych problemów z ustaleniem, że na żelazny ciężarek działa dodatkowa siła skierowana w dół, natomiast nieco trudniejsze okazało się dla nich wywnioskowanie na tej podstawie relacji pomiędzy masami ciężarków.

Słowa kluczowe

dźwignia dwustronna | elektromagnes

Zadanie 3

Marcin umieścił na drewnianej dźwigni, w tej samej odległości od jej środka, dwa ciężarki: 1 – stalowy, 2 – szklany. Pod ciężarkiem stalowym umieścił elektromagnes. Przed włączeniem prądu dźwignia pozostawała w równowadze.

(1) Po włączeniu prądu, który popłynął przez elektromagnes, ramię na którym wisi ciężarek stalowy:

☐ A. opadło,

☐ B. podniosło się,

☐ C. nie zmieniło swojego położenia,

(2) ponieważ

☐ A. nie zadziałała żadna dodatkowa siła.

☐B. zadziałała dodatkowa siła zwrócona w dół.

☐ C. zadziałała dodatkowa siła zwrócona w górę.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

1.11. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu
5.5. Magnetyzm. Uczeń opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie
8.1. Wymagania przekrojowe. Uczeń opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
9.4. Wymagania doświadczalne. Uczeń wyznacza masę ciała za pomocą dźwigni dwustronnej, innego ciała o znanej masie i linijki

Komentarz

To zadanie jest wariantem poprzedniego zadania i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie pierwszych klas liceum ogólnokształcącego. Również w tym przypadku nacisk położony został na sprawdzenie umiejętności rozpoznawania działających w układzie sił. Różnica polega jednak na tym, że tym razem nie wspomniano o tym, że elektromagnes oddziałuje na metalowy ciężarek.

Aby dojść do prawidłowego rozwiązania, należy przeanalizować zamieszczony rysunek i zastanowić się, jakie siły działają na ciężarki przed włączeniem elektromagnesu oraz po jego włączeniu. Przed włączeniem elektromagnesu zarówno na ciężarek szklany, jak i stalowy działa siła ciężkości. W chwili, w której przez elektromagnes popłynie prąd, zostanie wytworzone pole magnetyczne. W efekcie elektromagnes będzie przyciągał ciężarek z pewną siłą, skierowaną w dół. Siła działająca na ciężarek stalowy będzie wobec tego większa niż siła działająca na ciężarek szklany i ramię, do którego jest

przymocowany ciężarek stalowy, opadnie. Prawidłowym rozwiązaniem zadania jest zatem kombinacja odpowiedzi 1–A, 2–B. Odpowiedzi takiej udzieliło 48,7% uczniów, przy czym zadanie dosyć dobrze ich różnicowało.

Rozwiązywalność obu części zadania była podobna – część pierwszą rozwiązało 58,9% uczestników badania, a część drugą 57,1%. W części pierwszej najczęściej wskazywaną odpowiedzią nieprawidłową była odpowiedź B „ramię podniosło się" (19,9%) . W części drugiej podobny odsetek uczniów (18,1%) wskazał odpowiedź C" zadziałała dodatkowa siła zwrócona w górę". Być może część uczniów, którzy rozumieli, że na skutek włączenia prądu pojawia się dodatkowa siła działająca na ciężarek stalowy, nie umiała prawidłowo określić kierunku tej siły lub też z jakichś przyczyn uznała, że elektromagnes będzie odpychał ciężarek.

W przypadku obu części zadania około 12% uczniów nie wybrało żadnej odpowiedzi, co jest sytuacją nietypową i może wskazywać na fakt, iż uczniowie ci uznali zadanie za zbyt trudne, aby się z nim zmierzyć. Być może subiektywna ocena trudności zadania wynikła z faktu, iż licealiści nie pamiętali już niektórych wiadomości z poprzedniego etapu edukacyjnego lub też nie potrafili przeprowadzić rozumowania, które pozwoliłoby im dostrzec wszystkie siły działające w układzie i wytłumaczyć ich wpływ na zachowanie dźwigni.

Doświadczenie ze strzykawką

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Michał wykonał w swoim pokoju doświadczenie:
1. Zakleił wylot strzykawki z wsuniętym tłoczkiem (w strzykawce nie było powietrza).

2. Zmierzył promień tłoczka i obliczył jego pole powierzchni ***S***.

3. Do uchwytu tłoczka przymocował siłomierz.

4. Pociągnął za siłomierz, po czym odczytał wartość siły ***F*** z jaką za pośrednictwem siłomierza podziałał na tłoczek.

Zdecyduj które z poniższych wielkości fizycznych można <u>oszacować</u> na podstawie pomiarów opisanych w powyższym doświadczeniu, pomijając siłę tarcia tłoka o ścianki.

Wielkość fizyczna	Czy można ją oszacować?
1 Wartość siły, z jaką powietrze naciska na tłok strzykawki	☐Tak / ☐ Nie
2 Ciśnienie powietrza w pokoju Michała	☐Tak / ☐ Nie
3 Temperaturę powietrza w pokoju Michała	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Tak, 2. Tak, 3. Nie

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność planowania doświadczeń fizycznych i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjów. Aby je prawidłowo rozwiązać, uczeń powinien przeanalizować opisane doświadczenie, a następnie zastanowić się, które z wielkości fizycznych zestawionych w tabeli możemy oszacować, posługując się wynikami przeprowadzonego doświadczenia. Z tekstu dowiadujemy się, że w trakcie doświadczenia zostało wyznaczone pole powierzchni tłoczka oraz wartość siły działającej na tłoczek w trakcie pociągnięcia go przy pomocy siłomierza.

Warto w tym miejscu zastanowić się nad tym, co właściwie dzieje się w trakcie tej czynności i czym jest odczytana siła. Wiemy, że strzykawka jest opróżniona z powietrza, a jej wlot został zaklejony. Jeśli spróbujemy pociągnąć za tłoczek tak, aby całkowicie wysunąć go ze strzykawki, okaże się to niemożliwe. Możemy go jedynie minimalnie przesunąć w strzykawce. Siła z jaką działamy na tłoczek w trakcie tej czynności zostaje zrównoważona przez siłę z jaką działa na niego powietrze, co uniemożliwia dalsze przesuwanie tłoczka. W takim razie w pierwszej części zadania powinniśmy udzielić odpowiedzi twierdzącej. Takiej odpowiedzi udzieliło aż 85,4% uczestników badania.

W drugiej części zadania należało ocenić, czy na podstawie uzyskanych pomiarów możemy oszacować wartość ciśnienia w pokoju, w którym przeprowadzone zostało doświadczenie. Ciśnienie jest zdefiniowane jako stosunek siły działającej na pewną powierzchnię do pola tej powierzchni, zatem znając pole powierzchni tłoczka oraz wartość siły z jaką powietrze atmosferyczne działa na niego, jesteśmy w stanie wyznaczyć wartość ciśnienia atmosferycznego. Tę część zadania prawidłowo rozwiązało zaledwie 27,3% uczniów. Można zatem przypuszczać, że uczniowie nie rozumieją sensu fizycznego pojęcia „ciśnienie atmosferyczne” i nie potrafiliby wyznaczyć jego wartości, wykonując opisane pomiary.

Na podstawie przeprowadzonego doświadczenia nie jest możliwe wyznaczenie temperatury panującej w pokoju, ponieważ nie istnieje żaden związek pomiędzy wartością ciśnienia atmosferycznego a temperaturą pomieszczenia w budynku (być może regulowaną w danej chwili przez ogrzewanie lub klimatyzację). W trzeciej części zadania należało udzielić odpowiedzi przeczącej, co uczyniło 76,3% osób biorących udział w badaniu. Całość zadania prawidłowo rozwiązało zaledwie 16,7% uczniów, przy czym zadanie dosyć dobrze ich różnicowało.

Przyspieszający samochód

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Gdy samochód wyjeżdżał z parkingu, jego licznik wskazywał prędkość 20 km/h. Po kwadransie samochód dojechał do autostrady, a kierowca stwierdził, że licznik wskazuje 70 km/h.

Które z poniższych wniosków możemy sformułować <u>jedynie</u> na podstawie podanych powyżej informacji?

	Wniosek	Czy możemy sformułować?
1	Powyższe dane są wystarczające aby obliczyć odległość pomiędzy parkingiem a autostradą.	☐Tak / ☐Nie
2	Prędkość średnia samochodu pomiędzy parkingiem a autostradą wynosiła 45 km/h.	☐Tak / ☐Nie
3	Samochód przez cały czas poruszał się ruchem przyspieszonym.	☐Tak / ☐Nie
4	Przyspieszenie samochodu miało stałą wartość.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

Nie, Nie, Nie, Nie

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym
1.6. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie podanych informacji i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. W tekście podano informację na temat prędkości samochodu przy wyjeździe z parkingu oraz jego prędkości przy wjeździe na autostradę. Podano również czas, jaki zajęło przejechanie tego dystansu. Aby rozwiązać zadanie, uczeń powinien rozstrzygnąć, czy dane te są wystarczające do sformułowania przytoczonych wniosków.

Przede wszystkim z tekstu nie wynika, czy kierowca cały czas jechał (mógł po drodze na chwilę się zatrzymać lub utknąć w korku), mógł też na zmianę przyspieszać i zwalniać. Bez dodatkowych

informacji (np. w postaci wykresu zależności prędkości od czasu) trudno cokolwiek wnioskować na temat prędkości średniej samochodu, potrzebnej do obliczenia odległości pomiędzy parkingiem a autostradą. Najwyraźniej jednak nie wszyscy uczniowie dostrzegli ten problem. Pierwsze stwierdzenie prawidłowo oceniło 52% uczniów, uznając je za nieprawdziwe. Być może część uczniów udzielających nieprawidłowej odpowiedzi posłużyła się w swoim rozumowaniu schematem „droga równa się prędkość razy czas", nie zastanawiając się nad tym, że pasuje on jedynie do przypadku ruchu jednostajnego.

Podobna była rozwiązywalność kolejnej części zadania. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło w tym przypadku 46% uczniów, zaznaczając, że drugie stwierdzenie nie jest prawdziwe. Podana wartość 45 km/h nie jest prędkością średnią na dystansie jaki przebył samochód. Prędkość średnia jest bowiem zdefiniowana jako stosunek przebytej drogi do czasu, w jakim droga ta została pokonana. Tymczasem część uczniów najwyraźniej uznała, że średnia arytmetyczna z dwóch wyników pomiaru prędkości jest tożsama z prędkością średnią.

Najbardziej problematyczne okazało się dla uczniów trzecie stwierdzenie – prawidłowo oceniło je zaledwie 31% uczniów, zauważając, że nie jest prawdziwe. Jak już wspomniano powyżej, nie posiadamy żadnych informacji na temat zależności chwilowej prędkości samochodu od czasu na trasie pomiędzy parkingiem a autostradą. Fakt, że prędkość samochodu przy wjeździe na autostradę była większa niż przy wyjeździe z parkingu nie jest jednoznaczny z tym, że samochód przyspieszał przez cały czas. Równie dobrze mógł on pokonać większość trasy ze stałą prędkością lub też prędkość mogła rosnąć i maleć, stosownie do panujących na drodze warunków.

Ostatnia część zadania okazała się najmniej kłopotliwa. Na podstawie podanych danych nie da się stwierdzić, że przyspieszenie miało stałą wartość i aż 77% uczniów oceniło czwarte stwierdzenie jako fałszywe, udzielając tym samym prawidłowej odpowiedzi. Paradoksalnie, dostrzeżenie i zrozumienie tego faktu powinno było pomóc uczniom rozwiązać przynajmniej niektóre z wcześniejszych etapów zadania, uświadamiając im, że nie dysponujemy kompletem informacji, na podstawie których moglibyśmy sformułować poprzednie wnioski.

Całość zadania prawidłowo rozwiązało zaledwie 5% uczniów i w większości byli to uczniowie osiągający najwyższe wyniki z całości testu, którego częścią było prezentowane zadanie. Słaba rozwiązywalność zapewne w dużej mierze wynikła ze słabego zrozumienia zagadnień związanych z ruchem jednostajnym i zmiennym. Również konstrukcja zadania i konieczność udzielenia cztery razy odpowiedzi przeczącej mogły mieć wpływ na wynik. Z dotychczasowych badań przeprowadzonych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych wynika, że w przypadku tak skonstruowanych zadań odsetek uczniów prawidłowo rozwiązujących wszystkie części jest wyraźnie mniejszy niż w przypadku zadań, w część podanych stwierdzeń jest prawdziwa, a część – fałszywa.

Zjawisko dyfuzji

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Dyfuzja polega na samoistnym mieszaniu się cząsteczek różnych substancji. Najłatwiej zaobserwować ją w przypadku dwóch cieczy lub gazów i zwykle taką sytuację mamy na myśli, mówiąc o tym procesie. Warto jednak pamiętać, że dyfuzja zachodzi również w ciałach stałych.

Na podstawie informacji zawartych w powyższym tekście, wskaż przykład zjawiska, które spełnia kryteria dyfuzji.

(1) Przykładem dyfuzji jest

☐ A. blaknięcie ścian pod wpływem światła słonecznego,

☐ B. powstawanie rdzy na metalowych przedmiotach,

☐ C. zabarwianie się cukru, którym posypano wiśnie,

(2) ponieważ w tym przypadku

☐ A. cząsteczki jednej substancji wnikają samoistnie w głąb innej substancji.

☐ B. potrzebna jest energia pochodząca z zewnętrznego źródła.

☐ C. zachodzą reakcje chemiczne prowadzące do powstania nowego związku.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 C, 2 A

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

3.1. Właściwości materii. Uczeń analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie tekstu i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać, należy na podstawie informacji zawartych w tekście wskazać zjawisko, które jest efektem procesu dyfuzji oraz podać uzasadnienie tego wyboru. Zwykle dyfuzja omawiana jest na przykładzie cieczy lub gazów, np. zaparzanie herbaty, rozchodzenie się zapachu perfum w pomieszczeniu, itp. Niemniej zjawisko to zachodzi również na styku niektórych ciał stałych lub substancji, z których każda znajduje się w innej fazie skupienia (np. ciało stałe-ciecz, ciecz-gaz).

W zadaniu wymieniono trzy zjawiska: blaknięcie ścian pod wpływem światła słonecznego, powstawanie rdzy na metalowych przedmiotach oraz zabarwianie się cukru, którym posypano wiśnie. Zgodnie z definicją podaną w zadaniu, możemy już na wstępie odrzucić pierwszą propozycję, ponieważ dyfuzja powinna zachodzić samoistnie, natomiast ściany blakną „pod wpływem światła słonecznego". Wobec tego nie wyblakłyby, gdyby nie działał na nie zewnętrzny czynnik. W tej części zadania nieprawidłową odpowiedź A wskazało zaledwie 8% uczniów.

Nieco więcej kłopotu uczniowie mieli z dokonaniem wyboru pomiędzy dwiema kolejnymi propozycjami. Powstawanie rdzy na metalowych przedmiotach to efekt reakcji chemicznej między zawartym w metalu żelazem a tlenem zawartym w powietrzu. Jest to zupełnie inne zjawisko niż mieszanie się cząsteczek dwu różnych substancji. Niemniej 27% uczniów wskazało zjawisko powstawania rdzy jako przykład dyfuzji, udzielając tym samym odpowiedzi nieprawidłowej.

Prawidłowo rozwiązało tę część zadania 65% uczniów, wskazując odpowiedź C. Jeśli posypiemy wiśnie (jak również niektóre inne owoce o intensywnym zabarwieniu) cukrem, zauważymy, że po pewnym

czasie cukier zabarwi się na kolor owoców. Nie musimy przy tym ani podgrzewać owoców i cukru, ani mieszać ich ze sobą. Cukier pozostawiony na wiśniach na wystarczająco długi okres czasu zmieni samoistnie swoje zabarwienie. Oczywiście może on ulec częściowemu rozpuszczeniu w soku, ale również ten proces zachodzi samoistnie na skutek wnikania cząsteczek wody w kryształki cukru, zatem to również przykład dyfuzji.

Drugi etap zadania prawidłowo rozwiązało aż 77% uczestników badania, wskazując odpowiedź A: „cząsteczki jednej substancji wnikają samoistnie w głąb innej substancji". Powyższe stwierdzenie jest w zasadzie powtórzeniem myśli zawartej w pierwszym zdaniu tekstu i aby rozwiązać tę część zadania prawidłowo, należało jedynie przeczytać wprowadzenie ze zrozumieniem. Niemniej 16% osób biorących udział w badaniu wskazało nieprawidłową odpowiedź C. Zgodnie z ich wyborem dyfuzja polegałaby na zachodzeniu reakcji chemicznych, w wyniku których powstają nowe związki, co oczywiście jest odpowiedzią nieprawidłową i w żaden sposób nie wynika z tekstu. Odpowiedź B wskazał znikomy odsetek uczniów (5%).

Całość zadania prawidłowo rozwiązało 60% uczestników badania, czyli niemal wszyscy uczniowie, którzy poradzili sobie z jego pierwszą częścią. Ta grupa uczniów najprawdopodobniej dobrze zrozumiała istotę zjawiska dyfuzji. Wyniki tego zadania sugerują jednak, że część uczniów może nie rozumieć, iż mieszanie się cząsteczek w trakcie tego zjawiska nie jest tożsame z powstawaniem nowego związku na drodze reakcji chemicznej. Warto zwrócić na to uwagę przy omawianiu zjawiska dyfuzji i na bieżąco korygować mylne przekonania uczniów, jeśli tylko się pojawią.

Plastelina: kulka i krążek

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Mateusz przygotował dwa niewielkie, identyczne kawałki plasteliny. Z jednego z nich wykonał kulkę, a z drugiego uformował płaski krążek. Następnie nalał wody do garnka i umieścił oba przedmioty na powierzchni wody. Kulka natychmiast zatonęła, ale krążek nie.

Wśród poniższych stwierdzeń na temat tego doświadczenia wskaż prawdziwe i fałszywe.

Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1 Gęstość plasteliny jest większa od gęstości wody.	☐Tak / ☐Nie
2 Krążek na powierzchni utrzymała siła napięcia powierzchniowego.	☐Tak / ☐ Nie
3 Gęstość krążka była mniejsza od gęstości kulki.	☐Tak / ☐ Nie
4 Kulka musiała być cięższa niż krążek.	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 Tak, 2 Tak, 3 Nie, 4 Nie

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.5. Właściwości materii. Uczeń opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie
3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z przeprowadzanych doświadczeń w oparciu o znane prawa fizyki. Trzeba odpowiedzieć na pytanie, dlaczego jedne ciała toną, a inne pływają na powierzchni cieczy. I to nawet wtedy, kiedy są wykonane z tego samego materiału. Generalnie, znając prawo spadku swobodnego, wiemy, że wszystkie bez wyjątku ciała obdarzone masą spadają na Ziemię pod wpływem siły grawitacji działającej pionowo w dół, do środka Ziemi. Ruch w dół może jedynie powstrzymać jakaś równoważąca siła działająca w górę. Taką siłą może być siła wyporu występująca w cieczy lub gazie. Wartość siły wyporu może być na tyle duża że zdoła ‘powstrzymać’ siłę grawitacji przed ściągnięciem ciała w dół (wtedy ciało pływa na powierzchni wody lub unosi się w powietrzu) lub też może być za mała, aby zapobiec takiemu ruchowi (wtedy ciało tonie). Taką siłą może też być siła napięcia powierzchniowego która ‘daje radę’ utrzymać na powierzchni cieczy bardzo lekkie przedmioty, jak monetę, spinacz czy szpilkę.

W zadaniu mamy do czynienia z dwiema jednakowymi masami plasteliny. Jedna tonie, a druga utrzymuje się na powierzchni. A przecież, skoro mają taką samą masę, to i ich ciężar jest taki sam (odpowiedź przecząca na stwierdzenie 4). To dlaczego obie masy nie toną lub obie nie pływają? Obydwa kawałki uformowane zostały z tego samego surowca: plasteliny, czyli muszą mieć taką samą gęstość (fałszywe stwierdzenie 3). Zdrowy rozsądek podpowiada, że plastelina jest gęstsza od wody i tak rzeczywiście jest (prawdziwe stwierdzenie 1). Również w tym przypadku, zdrowy rozsadek sugeruje, że obydwie masy powinny tonąć. A jednak tak się nie dzieje. Decydująca jest tutaj różnica w kształtach: jeden kawałek jest kulką a drugi płaskim krążkiem. Kulka ‘napiera’ na wodę dużo mniejszą powierzchnią niż krążek.

Spinacz czy moneta również utrzymują się na powierzchni wody, chociaż ich gęstość jest większa od gęstości wody. Ich płaski kształt ma tutaj kluczowe znaczenie.

Kto próbował zrobić doświadczenie układając lekką monetę na powierzchni wody, ten doskonale wie jak trudno jest to zrobić. Trzeba bardzo ostrożnie położyć ją największą powierzchnią (na płasko) na powierzchni wody. Przy najmniejszych zaburzeniach (kiedy moneta nie leży idealnie horyzontalnie) moneta spada na dno. Chociaż moneta jest stosunkowo ciężka, przy uważnym działaniu nie opada tylko ‘trzyma się’ na powierzchni. Dlaczego tak się dzieje? Ciężar monety rozłożony jest na dużej powierzchni. Na 1 mm^2 powierzchni monety przypada stosunkowo mały ciężar. Siła napięcia powierzchniowego jest w stanie zrównoważyć tę siłę i moneta utrzymuje się na powierzchni wody. Można nawet zaobserwować jak powierzchnia wody ugina się pod ciężarem monety.

Płaski krążek, analogicznie do monety, ma maleńką wysokość i stosunkowo dużą powierzchnię styku z wodą. Taki sam ciężar jak w przypadku kulki rozłożony jest na dużo większej powierzchni. Siła napięcia powierzchniowego wody jest w stanie go utrzymać (odpowiedź pozytywna na stwierdzenie 1).

Spośród wszystkich absolwentów gimnazjum, biorących udział w badaniu, prawie 40% rozwiązało całość zadania prawidłowo. Najwięcej poprawnych odpowiedzi było dla stwierdzenia 2 (83% badanych). Uczniowie prawidłowo interpretowali działanie siły napięcia powierzchniowego na krążek. Niewiele mniej, 77% wszystkich biorących udział w sondażu poprawnie stwierdziło, że plastelina jest gęstsza od

wody (stwierdzenia 1). Jedynie pozostałe stwierdzenia 3 i 4 okazały się stosunkowo trudne. Odpowiednio 67% i 63% uczestników badania prawidłowo porównało gęstość i ciężar kulki i krążka.

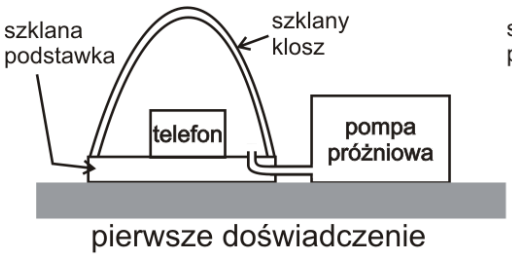
Słowa kluczowe

gęstość | napięcie powierzchniowe | siła wyporu

Telefon pod kloszem

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Na Festiwalu Nauki Magda zobaczyła następujące doświadczenie: telefon ustawiony na wibrację został położony na szklanej podstawce i przykryty szklanym kloszem. Dźwięk telefonu wywołany wibracją po przykryciu był słabszy, ale nadal bardzo dobrze słyszalny. Następnie z wnętrza klosza zostało odpompowane powietrze. Podczas odpompowywania dźwięk telefonu stawał się stopniowo coraz cichszy, ale ciągle było go słychać. Doświadczenie wyglądało jak na rysunku poniżej.



pierwsze doświadczenie

drugie doświadczenie

rys.1

rys. 2

Gdy doświadczenie wykonano po raz drugi (patrz rys. 2) podkładając pod telefon grubą warstwę bardzo miękkiej pianki – dźwięk wibracji stał się praktycznie niesłyszalny, mimo iż widać było drgania telefonu.

Przyczyną zmiany był fakt, iż pianka zmniejsza

☐A. częstotliwość dźwięku wywołanego wibracją.

☐B. okres drgań wibrującego telefonu.

☐C. drgania podstawki wywołane drganiami telefonu.

☐D. ciśnienie powietrza pod kloszem pompy.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

6.5. Ruch drgający i fale. Uczeń opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych
6.6. Ruch drgający i fale. Uczeń wymienia od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie dotyczy zjawiska powstawania i rozchodzenia się dźwięku. Źródłem fal dźwiękowych jest ciało wykonujące ruch drgający. Wibrujące ciało pobudza do drgań cząsteczki ośrodka wokół siebie, wytwarzając tym samym się falę akustyczną, rozchodzącą się sferycznie w przestrzeni. Fala ta może przemieszczać się jedynie w ośrodkach materialnych tj. gazach, cieczach i ciałach stałych, natomiast nie rozchodzi się w przestrzeni pozbawionej materii (czyli w próżni).

Dźwięk telefonu umieszczonego pod szklanym kloszem jest słyszalny na zewnątrz, gdyż wytworzona przez niego fala dźwiękowa przechodzi na zewnątrz klosza przez powietrze znajdujące się wewnątrz i szklaną obudowę. Dźwięk jest słabszy niż byłby, gdyby telefon nie był przykryty kloszem, gdyż obniża się amplituda drgań przy przejściu przez warstwę szklaną (klosz lub podstawkę). Również podczas odpompowywania powietrza spod klosza dźwięk staje się coraz cichszy; rozrzedzone powietrze pobudzone do drgań przenosi energię w minimalnym stopniu, i praktycznie fala dźwiękowa rozchodzi się jedynie przez szklaną podstawkę, na której umieszczono wibrujący telefon. Kiedy oddzielimy telefon od podstawki grubą pianką, to spowodujemy wytłumienie drgań i przez szklaną podstawkę nie będzie przechodzić już fala dźwiękowa (skoro nie ma drgań to nie wytwarza się fala). Pianka zmniejsza drgania podstawki i dźwięk nie jest słyszalny na zewnątrz klosza. Prawidłowa odpowiedź C.

Zadanie wykorzystano w badaniu, w którym uczestniczyli absolwenci gimnazjum – 47% z nich rozwiązało zadanie prawidłowo. Stosunkowo wielu badanych (33%) dochodziło do błędnego wniosku, że pianka zmniejsza częstotliwość dźwięku wywołanego wibracją. Najwyraźniej uczniowie mylą pojęcia amplitudy z częstotliwością drgań. Nie rozumieją korelacji między amplitudą a głośnością dźwięku. Pozostałe dwie błędne odpowiedzi zostały wybrane przez około 10% badanych. Zadanie wyraźnie różnicowało uczniów.

Słowa kluczowe

fala dźwiękowa | ruch drgający

Baterie w laptopie

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Bateria w laptopie Janka przestała działać. Janek zaczął rozglądać się za nową baterią. Otrzymał ofertę zawierającą charakterystykę 5 baterii:

	Pojemność	Cena
bateria A	4,4 Ah	351 zł
bateria B	6,6 Ah	383 zł
bateria C	8 Ah	510 zł
bateria D	9,6 Ah	600 zł

Dowiedział się, że pojemność baterii mówi o zgromadzonym w niej ładunku elektrycznym. Na przykład pojemność 5 Ah oznacza, że z baterii można czerpać prąd o natężeniu 2 A przez 2,5 h lub1 A przez 5 h itd.

Laptop pracuje pod napięciem 20 V, a jego średnia moc wynosi 30 W.

Janek potrzebuje baterii, która umożliwia co najmniej 4-godzinną pracę bez doładowywania i chciałby, aby była ona możliwie najtańsza.

Którą baterię powinien wybrać?

☐a) A

☐b) B

☐c) C

☐d) D

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.7. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego
4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego

Komentarz

Zadanie wymagało przeanalizowania tekstu oraz dokonania kilku nieskomplikowanych obliczeń. Uczeń rozwiązujący to zadanie powinien wykazać się znajomością podstawowej wiedzy z zakresu elektryczności. W treści zadania przedstawiona jest konkretna sytuacja życiowa dotycząca zakupu optymalnej baterii do komputera. W tabeli podano pojemność (w amperogodzinach), a pod tabelą wyjaśniono jej praktyczne znaczenie. Znając warunki pracy laptopa, napięcie zasilające i pobieraną moc, możemy policzyć najniższą wartość pojemności baterii wystarczającą do 4-godzinnej pracy komputera. Skoro przy napięciu 20 V laptop ma moc 30 W, to natężenie płynącego prądu wynosi 1,5 A (korzystamy ze wzoru moc = napięcie × natężenie prądu). Zatem przy optymalnej pracy laptopa natężenie pobieranego prądu z baterii wynosi 1,5 ampera. Oznacza to, że minimalna pojemność potrzebna do zapewnienia czterech godzin ciągłej pracy laptopa wynosi 6 Ah (1,5 A x 4 h). Zatem wszystkie baterie o pojemności większej niż 6 Ah są odpowiednie do tego laptopa. Biorąc pod uwagę drugi warunek, jak najmniejszy koszt, należy wybrać baterię o pojemności 6,6 Ah, czyli odpowiedź B.

Zadanie wykorzystano w badaniu pilotażowym przeprowadzonym w pierwszych klasach liceum ogólnokształcącego. Około 42% badanych podało prawidłowe rozwiązanie zadania.

Słowa kluczowe

moc prądu | natężenie prądu | prąd elektryczny

Skala mapy

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Podczas zawodów balonowych uczestnicy mieli pokonać trasę Toruń-Warszawa (200 km). Po skończonych zawodach rzeczywistą trasę lotu naniesiono na mapę (patrz ilustracja poniżej).

Oszacuj w jakiej skali narysowana została mapa z trasą lotu. Wskaż właściwą odpowiedź.

☐A. 1:1000

☐B. 1:10 000

☐C. 1:100 000

☐D. 1:1 000 000

☐E. 1:10 000 000

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

E.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

8.4. Wymagania przekrojowe. Uczeń przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-). Przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba)
8.5. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozróżnia wielkości dane i szukane

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność przeliczania jednostek i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Jest ono propozycją zadania interdyscyplinarnego i aby je rozwiązać, należy wykorzystać podstawowe umiejętności z dwóch dziedzin: fizyki i geografii. Zadanie może zostać wykorzystane do zrealizowania punktu 1.1) wymagań szczegółowych z geografii: uczeń wykazuje znaczenie skali mapy w przedstawianiu różnych informacji geograficznych na mapie; posługuje się skalą mapy do obliczenia odległości w terenie.

Po zapoznaniu się z treścią, należy zastanowić się, czym jest skala mapy. Otóż pojęcie to określa stosunek odległości pomiędzy dwoma punktami na mapie do rzeczywistej odległości pomiędzy tymi punktami, zmierzonej w terenie. W treści zadania podano odległość pomiędzy Toruniem a Warszawą (200 km). Posługując się załączoną mapką, możemy zmierzyć lub przynajmniej oszacować długość odcinka na mapie odpowiadającego tej odległości (około 2 cm).

Wynika z tego, że 1 cm na mapie odpowiada odległości równej 100 km. Następnie musimy przeliczyć kilometry na centymetry. Korzystając z definicji kilometra możemy zapisać 1 km = 1 000 m, a następnie przeliczyć metry na centymetry: 1 m = 100 cm $\rightarrow$ 1 km = 1 000 m = 100 000 cm. Ponieważ chcemy wiedzieć, ile centymetrów mieści się w 100 km, zapisujemy 100 km = 100 $\cdot$ 100 000 cm = 10 000 000 cm. Skoro 1 cm na mapie odpowiada 10 000 000 cm w terenie, to mapa została sporządzona w skali 1:10 000 000 (odpowiedź E).

Prawidłowej odpowiedzi udzieliło zaledwie 15% uczniów biorących udział w badaniu. Najczęściej wybieraną odpowiedzią nieprawidłową była odpowiedź C: „1:100 000” (33%). Wydaje się, że uczniowie decydujący się na to rozwiązanie przeliczyli jedynie kilometry na centymetry i zapomnieli lub w ogóle nie wiedzieli, że należy znaleźć liczbę centymetrów mieszczących się w stu, a nie w jednym kilometrze.

Niewiele rzadziej była wybierana odpowiedź D. „1:1 000 000”, chociaż trudno w tym przypadku jednoznacznie orzec, co było przyczyną takiego wyboru. Być może część uczniów przeprowadziła całość przytoczonego powyżej rozumowania, jednak pomyliła się w rachunkach. Odpowiedź A: „1:1000” była wskazywana najrzadziej (7%), a odpowiedź B „10 000” z podobną częstotliwością jak odpowiedź prawidłowa (16%). Niewielki odsetek uczniów nie udzielił żadnej odpowiedzi.

Uzyskane wyniki wskazują na to, że zadanie okazało się dla gimnazjalistów dosyć problematyczne, przy czym nie wiadomo, czy przyczynił się do tego brak umiejętności przeliczania wielokrotności i podwielokrotności jednostek, czy też nieznajomość definicji skali mapy. Warto zaznaczyć, że są to jedne z pierwszych umiejętności, jakie uczeń powinien nabyć w trakcie nauki, odpowiednio, fizyki i geografii, a ich niedostateczne opanowanie często skutkuje problemami w rozwiązywaniu różnego rodzaju zadań z tych przedmiotów.

Słowa kluczowe

droga | prędkość średnia

Badanie szkodliwości telefonów

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Większość telefonów komórkowych jest źródłem fal z zakresu od 400 do 2000 MHz. Ponieważ jest to zakres mikrofalowy, od samego początku pojawiło się podejrzenie, że „komórki” mogą wywoływać niepożądane zmiany w organizmie człowieka.

Poniżej został przedstawiony opis jednego z doświadczeń, które miało wykazać, czy telefony komórkowe są szkodliwe. Dopasuj podane niżej nazwy elementów doświadczenia do ich opisu w tabeli.

A. Próba kontrolna B. Problem badawczy

C. Wynik D. Wniosek E. Próba badawcza

		Symbol elementu
1	Celem doświadczenia było sprawdzenie, czy używanie telefonów komórkowych miało wpływ na rozwój nowotworów układu nerwowego.	☐A, ☐B, ☐C ☐D, ☐E
2	W ramach projektu przebadano ponad 5 000 osób z 13 krajów świata chorych na nowotwory układu nerwowego.	☐A, ☐B, ☐C ☐D, ☐E
3	Przebadano także około 7000 osób zdrowych – dobranych pod względem wieku, płci i miejsca zamieszkania do osób chorych.	☐A, ☐B, ☐C ☐D, ☐E
4	Na podstawie ankiet nie zauważono różnicy w zachorowaniach na nowotwory układu nerwowego pomiędzy osobami używającymi komórek, a nie korzystającymi z nich.	☐A, ☐B, ☐C ☐D, ☐E
5	W opublikowanym raporcie nie stwierdzono, aby używanie telefonów komórkowych miało wpływ na rozwój nowotworów układu nerwowego.	☐A, ☐B, ☐C ☐D, ☐E

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 B, 2 E, 3 A, 4 C, 5 D

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.1. Wymagania przekrojowe. Uczeń opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie dotyczy umiejętności kształconej znacznie częściej na lekcjach biologii niż fizyki, jednak w częściowo fizycznym kontekście. Absolwent gimnazjum powinien rozumieć, czym naukowe metody badań medycznych różnią się od luźnych sądów, opinii i przesądów. Powinien też rozumieć opisaną w zadaniu logikę procesu badawczego.

Analizując treść zadania można było pokusić się o przewidzenie wyników. I tak można się było spodziewać, że stosunkowo łatwo będzie uczniom wskazać problem badawczy, a także odróżnić próby od wniosków czy wyników. Natomiast odróżnienie wniosku z doświadczenia od jego wyniku jest już nieco trudniejsze, podobnie próby badawczej od kontrolnej.

Badanie przeprowadzone na absolwentach gimnazjum w pełni potwierdziło te obawy.

Problem badawczy poprawnie wskazało 75% badanych uczniów, natomiast wszystkie kolejne elementy niewiele więcej niż połowa uczniów.

Przyczynę widać po analizie wyborów. Punkt 2 jako próbę badawczą wskazało zaledwie 52% uczniów, ale aż 32% uznało ją za próbę kontrolną. Podobnie punkt 3 jako próbę kontrolną wskazało 52%, podczas gdy za próbę badawczą uznało ją 32% uczniów. Wniosek wydaje się dość oczywisty – 1/3 uczniów myli próbę kontrolną z próbą badawczą, bądź też w ogóle nie odróżnia tych pojęć.

Podobna sytuacja dotyczy punktów 4 i 5. Punkt 4 jako wynik doświadczenia wskazało 55% uczniów, ale aż 35% uznało go za wniosek, punkt 5 za wniosek uznało 58% uczniów, podczas gdy 35% zakwalifikowało go jako wynik doświadczenia.

Zatem tu również około 1/3 uczniów pomyliła wniosek z wynikiem.

Warto zauważyć, że w obu przypadkach (Punty 2 i 3 oraz punkty 4 i 5) obie grupy łącznie stanowiły około 90% populacji, zatem pozostałe dwie odpowiedzi wybierało łącznie zaledwie około 10% uczniów. Jest to wyraźny dowód na to, że uczniowie w badaniu w ogromnej większości nie wybierali odpowiedzi przypadkowo.

Co ciekawe obie grupy wyraźnie nie pokrywały się ze sobą – jedni uczniowie nie odróżniają wniosku od wyniku, inni próby badawczej od kontrolnej, gdyż łącznie całe zadanie poprawnie wykonało jedynie 23% uczniów, przy szansie na losowy sukces wynoszącej mniej niż 1%.

Zadanie można wykorzystać jako ilustrację do lekcji z kontekstem międzyprzedmiotowym, podkreślając specyfikę badań medycznych.

Słowa kluczowe

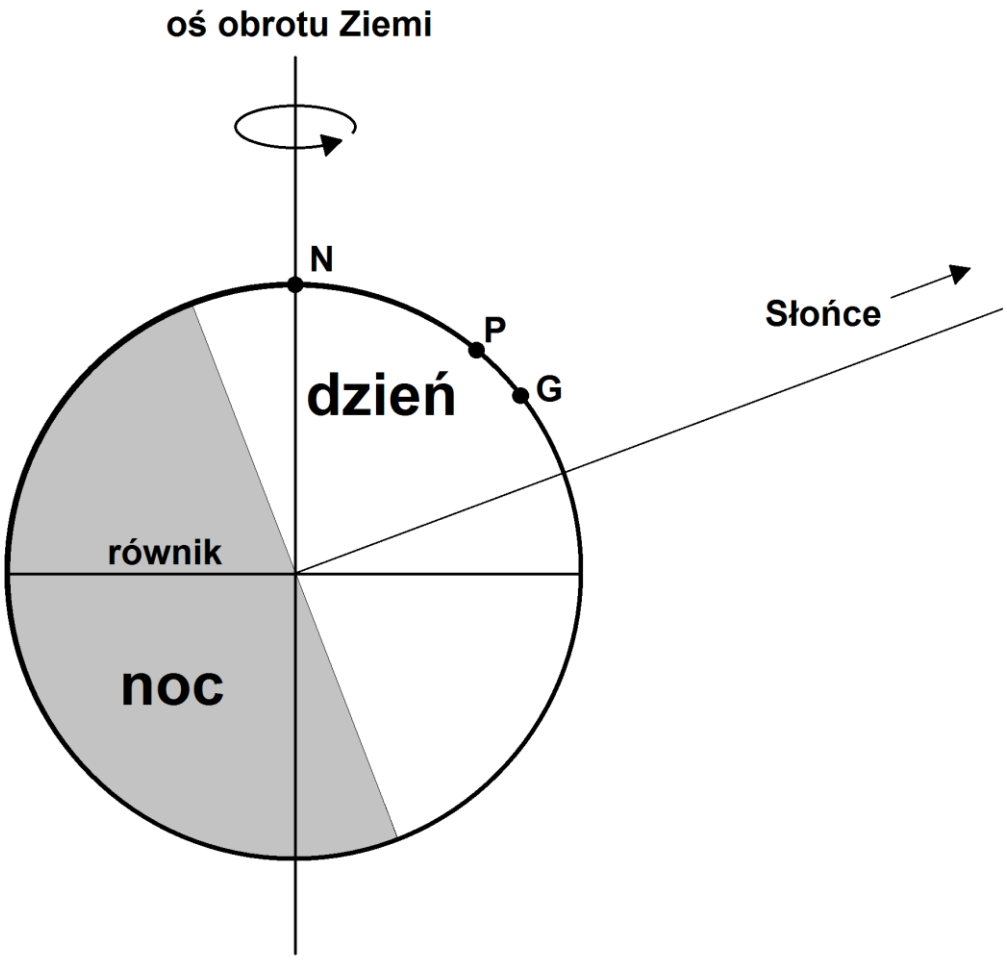
częstotliwość fali | fala elektromagnetyczna

Lato na półkuli północnej

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Ze względu na to, że oś obrotu Ziemi jest nachylona do płaszczyzny, w której nasza planeta okrąża Słońce, obserwujemy na Ziemi zmienność pór roku. Na poniższym rysunku przedstawione zostało

usytuowanie Ziemi względem Słońca w trakcie lata panującego na półkuli północnej (N oznacza położenie bieguna północnego, P – Polski, a G – Grecji).



Oceń prawdziwość podanych stwierdzeń.

Stwierdzenia	Prawda czy fałsz?
1. Latem na biegunie północnym Słońce w ogóle nie zachodzi.	☐Prawda / ☐Fałsz
2. Latem doba trwa dłużej w okolicach bieguna północnego niż w Grecji.	☐Prawda / ☐Fałsz
3. Latem w Grecji czas pomiędzy wschodem a zachodem Słońca jest krótszy niż w Polsce.	☐Prawda / ☐Fałsz
4. Latem na biegunie północnym cienie rzucane w południe przez przedmioty są krótsze niż w Grecji.	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Prawda., 2.Fałsz., 3.Prawda., 4.Fałsz.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność interpretacji informacji graficznej i jest przeznaczone dla uczniów gimnazjum. Pierwszym etapem rozwiązania powinno być dokładne przeanalizowanie rysunku. Przede wszystkim, należy zwrócić uwagę na konsekwencje nachylenia ziemskiej osi obrotu do płaszczyzny, w której odbywa się ruch obrotowy wokół Słońca. Z rysunku wynika, że istnieją wyraźne różnice pomiędzy stopniem oświetlenia półkuli północnej i południowej przez Słońce.

Jeśli wyobrazimy sobie, że mamy do czynienia z przestrzennym modelem Ziemi (możemy zaproponować uczniom wykonanie takiego modelu z piłki lub owocu np. niedużego arbuza) i oświetlamy go w sposób jaki odzwierciedla oświetlenie półkuli północnej latem to zauważymy, że w trakcie ruchu obrotowego Ziemi wokół własnej osi biegun północny i jego najbliższe okolice będą oświetlone światłem słonecznym przez całą dobę. Wobec tego pierwsze zaproponowane stwierdzenie jest prawdziwe. Latem na biegunie północnym rzeczywiście Słońce w ogóle nie zachodzi.

Czy w takim razie oznacza to, że doba w okolicach bieguna północnego trwa przez wiele dni? Oczywiście, że nie, ponieważ dobę możemy zdefiniować jako czas potrzebny na to, aby Ziemia wykonała jeden pełny obrót wokół własnej osi. Zjawisko to możemy zilustrować, rysując południk na modelu Ziemi wykonanym z piłki (jeśli zdecydujemy się wykorzystać arbuza, to nie musimy nic na nim rysować) i pokazując, że czas potrzebny do wykonania pełnego obrotu dowolnego leżącego na nim punktu jest taki sam, niezależnie od szerokości geograficznej, na której punkt ten leży. Doba trwa zawsze tyle samo w okolicach bieguna północnego, w Polsce i w Grecji. Drugie stwierdzenie jest wobec powyższego nieprawdziwe.

Aby ocenić trzecie z zestawionych w tabeli stwierdzeń, należy zwrócić uwagę na strefy dnia i nocy zaznaczone na rysunku (lub skorzystać z modelu Ziemi i odpowiednio dobranego źródła światła). Można wówczas zauważyć, że w sezonie letnim na półkuli północnej dzień trwa dłużej niż noc. Im bardziej na północ leży dany punkt, tym dłuższy jest dzień w stosunku do długości nocy. Proporcje pomiędzy długością dnia a długością nocy są bezpośrednio związane z momentem wschodu i zachodu Słońca. W szerokościach geograficznych, w których dzień trwa dłużej, musi upłynąć więcej czasu pomiędzy tymi zdarzeniami niż w szerokościach w których jest on krótszy. A zatem trzecie stwierdzenie jest prawdziwe – ponieważ Grecja jest położona bardziej na południe niż Polska, w sezonie letnim czas pomiędzy wschodem a zachodem Słońca będzie w tym kraju krótszy niż w Polsce.

W celu rozwiązania ostatniego problemu należy się najpierw zastanowić, jak wysoko nad horyzontem obserwator zaobserwuje w południe Słońce na biegunie północnym, a jak wysoko – w Grecji. Warto zauważyć, że na każdej szerokości geograficznej horyzont jest zorientowany prostopadle do promienia Ziemi. Znajdując usytuowanie horyzontu oraz wysokość na jakiej względem niego znajdzie się Słońce, możemy stwierdzić, że w Grecji obserwowane będzie znacznie wyżej niż na biegunie północnym. Zatem na biegunie północnym cienie rzucane w południe przez przedmioty są dłuższe niż w Grecji, co przesądza o nieprawdziwości czwartego stwierdzenia.

Słowa kluczowe

nachylenie orbity | pory roku

Doświadczenie Ottona von Guericke

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

W 1654 roku w Magdeburgu Otton von Guericke przeprowadził następujące doświadczenie: dwie metalowe wydrążone półkule o średnicy 42 cm każda, o starannie zeszlifowanych krawędziach, zostały do siebie dociśnięte i uszczelnione. Po wypompowaniu większości powietrza z wnętrza powstałej kuli każda z jej części została przywiązana do 8 koni. Pomimo poganiania konie nie były w stanie rozerwać półkul.

Wybierz właściwe odpowiedzi aby uzyskać poprawne stwierdzenie wraz z jego wytłumaczeniem.

(1) Po wypompowaniu ze środka kuli części powietrza, ciśnienie wewnątrz niej było

☐ A. mniejsze niż

☐ B. większe niż

☐ C. takie samo jak

(2) ciśnienie na zewnątrz kuli, ponieważ wewnątrz kuli zmalała

☐ A. wilgotność powietrza.

☐ B. liczba cząstek.

☐ C. objętość gazu.

Odpowiedź podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)

Komentarz

Zadanie dotyczy słynnego doświadczenia, omawianego często w podręcznikach do fizyki. Do jego rozwiązania wystarczy jednak świadomość, że dopompowanie powietrza do koła roweru czy samochodu

powoduje wzrost ciśnienia powietrza w tym kole, a usunięcie powietrza (np. przez dziurę) spowoduje spadek ciśnienia poniżej jego wartości początkowej. Trudno nie podejrzewać, że dziś to wiedza niemal potoczna, nawet bez udziału szkoły. Sformułowania: „mam za mało powietrza w tylnym kole roweru" czy też „musimy sprawdzić ciśnienie w przednich kołach naszego samochodu, bo chyba jest za małe" nie są dziś rzadkością.

Taka wiedza powinna wystarczyć do zbudowania prostej analogii: wypompowanie części powietrza z półkul powinno spowodować spadek ciśnienia wewnątrz nich, podobnie jak w oponach. Wydawałoby się też że „wypompowanie części powietrza" jest w sposób dość oczywisty powiązane ze zmniejszeniem liczby cząsteczek. Badanie przeprowadzone na około 100 osobowej grupie absolwentów gimnazjów wykazało jednak, że nie jest to takie oczywiste. Poprawnej odpowiedzi w pierwszej części zadania udzieliła nieco ponad połowa uczniów. Nieznacznie mniej uczniów udzieliło poprawnej odpowiedzi w części drugiej.

Niestety poprawnej odpowiedzi na oba pytania udzieliło zaledwie 27% uczniów. Wprawdzie prawdopodobieństwo przypadkowego trafienia było znacznie niższe (około 11%), ale trudno taki wynik uznać za satysfakcjonujący. Warto też zauważyć, że tylko pojedynczy uczniowie „nabierali się" na kombinację odpowiedzi 1–C i 2–A, najbardziej nieadekwatnej do treści zadania, co mogłoby świadczyć o tym że zdecydowana większość jednak czytała zadanie, a nie tylko losowo zakreślała odpowiedzi.

Badanie wykazało pewną korelację między ogólnymi wynikami ucznia, a rozwiązywalnością tego zadania. Wśród najsłabszych uczniów całe zadanie poprawnie rozwiązało zaledwie 7% uczniów, a więc odsetek znacznie poniżej progu przypadkowego wyboru, podczas gdy wśród najlepszych odsetek dobrych odpowiedzi wyniósł 50%. Zadanie znakomicie nadaje się do roli „inspiratora" ciekawej dyskusji w klasie, mającej na celu uporządkowanie i ugruntowanie wiedzy na temat ciśnienia.

Słowa kluczowe

ciśnienie | siła

Telefony GSM

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Najpopularniejsze dziś telefony komórkowe GSM 1900 emitują promieniowanie (jak sama nazwa wskazuje) o częstotliwości **1900 MHz**. Natomiast kuchenki mikrofalowe wykorzystują fale o częstotliwości 2450 MHz. Poniżej przedstawiono zakresy długości fal poszczególnych pasm fal elektromagnetycznych.

Pasmo	Długość fali
Fale radiowe	powyżej1 m
Mikrofale	od 1 m do 10^{-3} m
Podczerwień	od 10^{-3} m do $78 \cdot 10^{-8}$m
Światło widzialne	od $78 \cdot 10^{-8}$ m do $38 \cdot 10^{-8}$ m
Ultrafiolet	od $38 \cdot 10^{-8}$ m do 10^{-8}m
Promieniowanie rentgenowskie	od 10^{-8} m do $5 \cdot 10^{-9}$ m

Korzystając z powyższych danych można stwierdzić, że telefony GSM 1900 emitują fale o długości

☐A. 160 m.

☐B. 16 cm.

☐C. 1,6 mm.

☐D. 1,6 μm.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

6.4. Ruch drgający i fale. Uczeń posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznych oraz stosuje do obliczeń związki między tymi wielkościami
7.11. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni/ wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji

Komentarz

Podstawy programowa z fizyki w gimnazjum narzuca znajomość tylko jednej wartości liczbowej. Jest nią prędkość światła. Jednocześnie jednym z wymagań szczegółowych jest znajomość faktu, iż iloczyn długości fali i jej częstotliwości jest prędkością fali.

Korzystając z tych dwóch źródeł wiedzy uczeń powinien rozwiązać zadanie bez pomocy tabeli. Skoro bowiem długość fali (nieznana) pomnożona przez jej częstotliwość ma dać prędkość fali (w tym wypadku jest ona tożsama z prędkością światła), to długość fali można obliczyć jako iloraz prędkości światła i podanej częstotliwości. Należy przy tym uważać na liczbę zer, gdyż łatwo tu o pomyłkę. Trzeba też wiedzieć, że megaherc to milion herców czyli milion drgań na sekundę. W zasadzie należy poprawnie oszacować wyłącznie rząd wielkości wyniku, gdyż podane wartości różnią się wyłącznie rzędem wielkości.

Dodatkowe informacje podane w tekście oraz w tabeli mogą pomóc uczniowi w odnalezieniu poprawnej odpowiedzi lub jej weryfikacji jeżeli ma problemy z wykonaniem obliczeń lub nie jest pewien wzoru. Skoro bowiem częstotliwość fal telefonu jest tylko nieco mniejsza od częstotliwości fal z kuchenki mikrofalowej, to jej długość powinna być tylko nieco większa od długości fali z tej kuchenki.

Ta zaś – jak sama nazwa podpowiada – musi należeć do zakresu mikrofal. Z tabeli możemy odczytać, że są to fale o długościach od milimetra do metra. Taka analiza kieruje od razu podejrzenie na wartość 16 cm. Wprawdzie fala 1,6 mm również należy do zakresu mikrofal, ale gdyby była to odpowiedź poprawna, to fale w kuchenkach musiałby mieć długość rzędu 1,24 mm, a więc na pograniczu mikrofal i podczerwieni.

Gdyby uczniowie choć w niewielkim stopniu korzystali z podpowiedzi – odpowiedź D powinna być wybierana bardzo rzadko, A i C nieco częściej, a B najczęściej.

Wyniki badania przeprowadzonego wśród absolwentów gimnazjów wykazały jednak całkowite zagubienie wśród uczniów. Wprawdzie faktycznie odpowiedzi A i C były wybierane bardzo często (odpowiednio 40% i 30%) to jednak poprawną odpowiedź wybrało zaledwie 16% badanych uczniów, niewiele więcej niż odpowiedź D (11%).

Zadanie jest jak widać trudne, nadaje się wyłącznie na lekcję pod nadzorem nauczyciela.

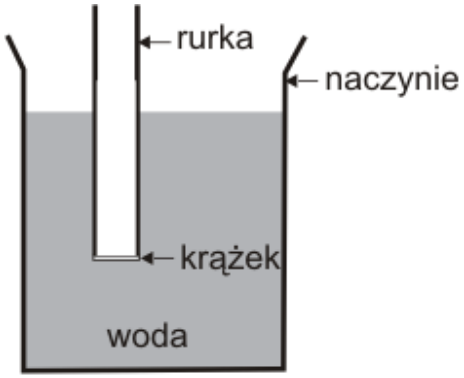
Słowa kluczowe

częstotliwość fali | fala elektromagnetyczna

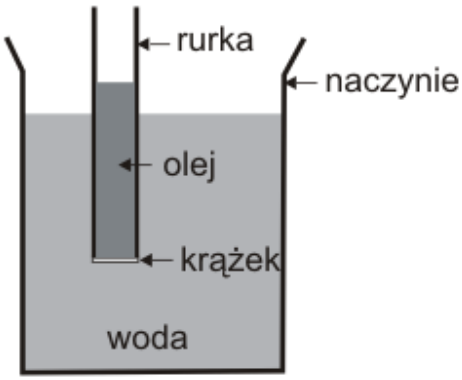
Ciśnienie hydrostatyczne

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Adam wykonał doświadczenie. Wlał wodę do naczynia. Położył na powierzchni cienki krążek, docisnął go rurką i wcisnął pod wodę na pewną głębokość (rys.1). Następnie wlewał powoli olej do rurki. Po pewnym czasie poziom oleju był wyższy niż wody, a mimo to krążek nie oderwał się od rurki (rys. 2).



rys.1



rys.2

Uzupełnij poniższe zdanie wybierając prawidłowe odpowiedzi.

Gdy teraz Adam bardzo powoli będzie wynurzać rurkę z olejem z naczynia,

(1) siła wywierana przez olej na krążek

☐A. będzie rosła,

☐B. będzie malała,

☐C. nie zmieni się,

(2) a siła wywierana przez wodę na krążek

☐A. będzie rosła,

☐B. będzie malała,

☐C. nie zmieni się,

(3) wskutek czego olej

☐A. w pewnym momencie wyleje się z rurki.

☐B. nie wyleje się z rurki, aż do chwili, gdy wyciągniemy ją nad powierzchnię wody.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. C., 2 B., 3. A.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)

Komentarz

Zadanie dotyczy istoty sił parcia cieczy na ściany i dno naczynia. Zagadnienie nie jest intuicyjne, wymaga też wnikliwej analizy sytuacji.

Krążek, którym zamknięte jest dno rurki, nie opada, gdyż siła, z jaką naciska nań od dołu woda jest większa niż siła, z jaką od góry naciska olej (wyższy poziom oleju wynika z jego mniejszej gęstości w porównaniu z wodą).

Wyciąganie rurki w górę

1. nie wpłynie na siłę, z jaką na krążek naciska olej, gdyż jest ona w tej sytuacji dokładnie równa ciężarowi oleju, a ten nie będzie się zmieniał;
2. spowoduje zmniejszanie siły, z jaką woda działa na krążek, gdyż ciśnienie wody bliżej jej powierzchni jest mniejsze niż głębiej, tym samym parcie wody na krążek będzie malało w miarę jego przemieszczania się w górę;
3. skończy się odpadnięciem krążka i wylaniem oleju, gdy tylko parcie wody od dołu stanie się mniejsze od ciężaru oleju naciskającego od góry.

Powyższa analiza, choć nie wykracza poza podstawę programową gimnazjum, jest bardzo trudna dla większości uczniów. Aby wspomóc proces zrozumienia zasad hydrostatyki, należy koniecznie wiązać takie zadania z praktycznymi demonstracjami. Zadanie nie nadaje się oczywiście na pracę klasową. Może jednak stanowić dobry miernik poziomu zrozumienia podstaw hydrostatyki przez uczniów. Kolejne etapy jego rozwiązania sprawdzają kolejne etapy rozumowania – począwszy od najprostszego w części pierwszej do najtrudniejszego w ostatniej.

Warto przy tym zwrócić uwagę czy uczniowie rozumieją, że ciśnienie cieczy zależy od tego jak wysoko nad punktem pomiaru jest swobodne lustro cieczy, a nie jak głęboko znajduje się dno naczynia! O ile

bowiem fakt powiązania ciśnienia, wywieranego w tym przykładzie przez olej, z wysokością słupka oleju w rurce jest intuicyjnie zrozumiały, to zależność ciśnienia, wywieranego przez wodę na krążek, od głębokości jego zanurzenia jest dla wielu uczniów niejasna, a nawet zaskakująca.

Słowa kluczowe

ciśnienie | gęstość | siła

Ruch bez sił

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Wielu ludzi uważa, że ciało może się poruszać tylko wtedy, gdy cały czas działa na nie siła podtrzymująca jego ruch. W poniższej tabeli zestawiono różne przykłady ruchu. Zdecyduj, w których spośród z nich na ciało działa siła podtrzymująca ruch, a w których ruch odbywa się, mimo że nie jest podtrzymywany przez żadną siłę.

Przykład	Czy działa siła podtrzymująca ruch?
1. Dziewczynka jedzie na rolkach po odepchnięciu się od ściany.	☐Tak / ☐Nie
2. Ojciec ciągnie syna na sankach.	☐Tak / ☐Nie
3. Jabłko spada z drzewa ruchem przyspieszonym.	☐Tak / ☐Nie
4. Krążek hokejowy ślizga się po lodzie po uderzeniu kijem.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. NIE, 2. TAK, 3. TAK, 4. NIE.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
1.4. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona

Komentarz

Zadanie sprawdza poziom „widzenia” przez ucznia zasad dynamiki w otaczającym świecie oraz występowanie wśród uczniów błędnego przekonania o braku możliwości ruchu bez sił go podtrzymujących.

Aby poprawnie rozwiązać zadanie należy przeanalizować kolejne sytuacje.

W przypadku sytuacji 1 („Dziewczynka jedzie na rolkach po odepchnięciu się od ściany”) oraz 4 („Krążek hokejowy ślizga się po lodzie po uderzeniu kijem”) nie potrafimy wskazać sił, które napędzałyby ruch, za to widoczne jest działanie niewielkich sił tarcia, których działanie powoli hamuje ruch. Warto podkreślić, że siły, które wprawiły w ruch te ciała, już nie działają (bo dziewczynka nie ma już kontaktu ze ścianą, a krążek z kijem).

W przypadku 2 („Ojciec ciągnie syna na sankach”) obecność siły podtrzymującej ruch jest dość dobrze „widoczna” – ojciec, ciągnąc, musi wszak działać siłą na sanki. Dodatkowym potwierdzeniem jej istnienia jest oczywisty dla uczniów fakt, że gdy ojciec przestanie ciągnąć, sanki się zatrzymają.

W przypadku 3 („Jabłko spada z drzewa ruchem przyspieszonym”) siła podtrzymująca ruch jest nieco ukryta. Dowodem na jej istnienie jest fakt, że spadające jabłko rozpędza się, co nie może następować pod wpływem sił oporu ruchu. Rozpędzającą siłą jest oczywiście siła ciężkości jabłka.

Przeprowadzone wśród absolwentów gimnazjów badanie wykazało, że w pełni poprawną odpowiedź podało zaledwie 17% uczniów, przy czym widać wyraźną korelację między rozwiązaniem tego zadania a wynikiem ucznia z całego wykorzystanego w badaniu testu. Najłatwiejszy dla uczniów okazał się przykład 2 – aż 80% badanych poprawnie uznało, że jest to przykład sytuacji, w której działa siła podtrzymująca ruch. W pozostałych sytuacjach było znacznie gorzej. W każdej z nich uczniowie wybierający poprawną ocenę sytuacji byli w mniejszości.

Zadanie nie nadaje się na ocenianą pracę pisemną ze względu na poziom trudności, natomiast bardzo dobrze nadaje się na podsumowanie cyklu lekcji o zasadach dynamiki. Można je uzupełnić o ćwiczenie polegające na wypisaniu przez uczniów innych przykładów obu rodzajów sytuacji. Wyniki takiego ćwiczenia trzeba wówczas koniecznie sprawdzić, aby uniknąć utrwalania złych przekonań.

Słowa kluczowe

opory ruchu | ruch | siła

Rozpuszczanie lodu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

W upalny letni dzień Kasia chciała się napić zimnej wody. Gdy okazało się, że w lodówce nie ma schłodzonych napojów, do wody o temperaturze pokojowej dodała kilka kostek lodu.

Wskaż w poniższej tabelce właściwe fragmenty zdania, tak by uzyskać poprawny opis zachodzącego zjawiska.

(1) W szklance,

☐ A. po rozpuszczeniu się lodu w wodzie,

☐B. po stopieniu się lodu,

(2) uzyskujemy

☐ A. mieszaninę jednorodną.

☐B. mieszaninę niejednorodną.

☐C. jeden pierwiastek.

☐D. jedną substancję.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 B; 2 D

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

3.1. Właściwości materii. Uczeń analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność rozpoznawania i wskazywania przykładów zjawisk fizycznych w życiu codziennym. Zostało ono wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjum. Aby je rozwiązać, należy zadać sobie kilka pytań dotyczących opisanej w zadaniu sytuacji. W pierwszym rzędzie należy się zastanowić, czym jest lód. Otóż jest to woda w postaci stałej, uzyskanej przez ochłodzenie wody w postaci ciekłej do temperatury niższej niż 0^{o}C. Co się zatem dzieje, gdy wrzucamy kostkę lodu do wody? Lód ulega stopieniu, zmieniając stan skupienia ze stałego w ciekły.

Idąc tym tokiem myślenia, w pierwszej części zadania uczeń powinien wybrać odpowiedź B. Tymczasem odpowiedź ta wcale nie była aż tak oczywista dla osób biorących udział w badaniu. Tę część zadania rozwiązało prawidłowo 54,4% uczniów. Pozostałe osoby zdecydowały się na odpowiedź A, uznając, że lód uległ rozpuszczeniu w wodzie. Niemniej skoro lód i woda są dwoma stanami skupienia tej samej substancji, przejście lodu w stan ciekły nie ma nic wspólnego ze zjawiskiem rozpuszczania. Być może zewnętrzne podobieństwo tego procesu do rozpuszczania w wodzie takich substancji jak sól czy cukier wpłynęło na sposób rozumowania uczniów. Nie bez znaczenia mógł być również fakt, iż często potocznie mówimy o rozpuszczaniu się lodu czy śniegu w sytuacji, w której w rzeczywistości mamy do czynienia z topnieniem.

Aby rozwiązać drugą część zadania, powinniśmy zastanowić się, co powstanie w szklance po stopieniu lodu. Pamiętamy przy tym, że lód jest innym stanem skupienia wody. Po jego przejściu ze stanu stałego w stan ciekły w szklance pozostanie tylko jedna substancja – woda. W takim razie uczniowie powinni w tej części zadania wybrać odpowiedź D. Co ciekawe, wybrało ją tylko 29,3% osób biorących udział w badaniu. Najczęściej wybierana była odpowiedź A – aż 56,7% uczniów uznało, że w szklance powstała mieszanina jednorodna. Pozostałe dwie odpowiedzi były wybierane znacznie rzadziej. Całość zadania prawidłowo rozwiązało 15,6% uczniów.

Uzyskane wyniki wskazują na to, że według znacznej części uczniów sytuacja opisana w zadaniu polegała na rozpuszczeniu lodu w wodzie, w wyniku czego powstała mieszanina jednorodna. Uczniowie ci nie wzięli jednak pod uwagę faktu, że rozpuszczanie polega na wymieszaniu substancji rozpuszczanej z rozpuszczalnikiem, przy czym muszą to być dwa różne związki chemiczne. Sugeruje to, że uczniowie nie w pełni rozumieją czym jest sam proces rozpuszczania jednej substancji w drugiej. Zważywszy na fakt, iż jest to wiedza z zakresu szkoły podstawowej, wynik uzyskany w badaniu wskazuje na problemy, jakie

mają uczniowie z odniesieniem terminologii fachowej do opisu zjawisk spotykanych w życiu codziennym.

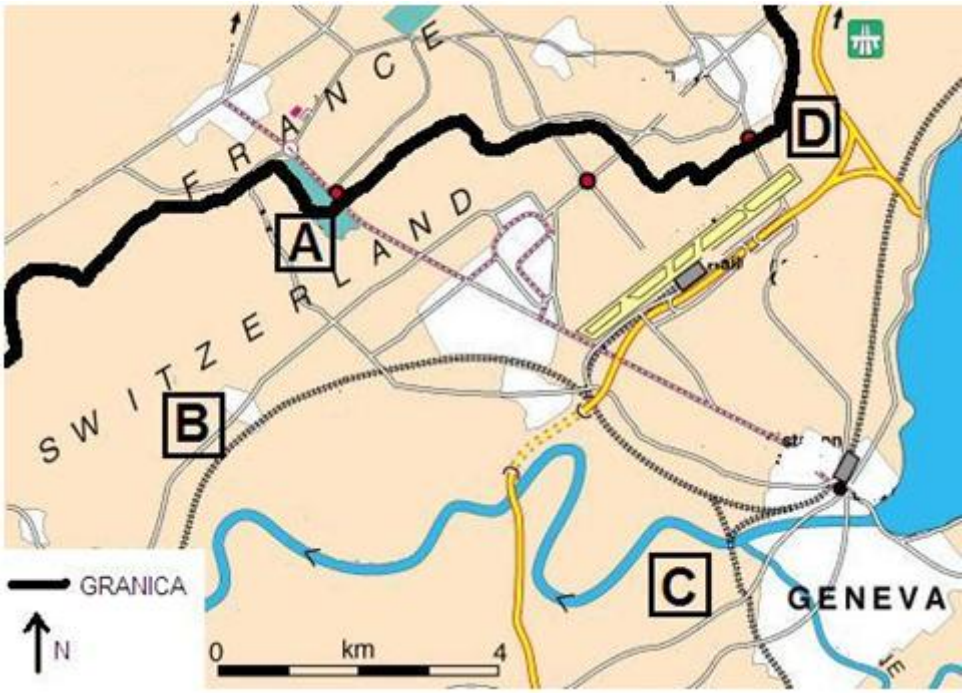
Słowa kluczowe

mieszanina | rozpuszczanie | topnienie

Mapa CERNu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Europejska Organizacja Badań Jądrowych (CERN) jest ośrodkiem naukowo-badawczym położonym na północny-zachód od Genewy, na granicy Szwajcarii i Francji, pomiędzy Jeziorem Genewskim a górskim pasmem Jury. Najważniejszym narzędziem badawczym jest, uruchomiony 10 września 2008, największy na świecie akcelerator cząstek – Wielki Zderzacz Hadronów (LHC). Przyśpiesza on pojedyncze protony do energii ok. $5 \cdot 10^{-7}$ J. Protony skupione są w paczkach po ok. 10^{11} cząstek. Podczas zderzeń w LHC może krążyć do 2800 paczek cząstek.



Mapa: France – Francja, Switzerland – Szwajcaria, Geneva – Genewa.

Źródło: http://area-map.web.cern.ch/area-map/CERNGeneva.html

Na podstawie podanych informacji znajdź położenie CERN-u oraz odległość pomiędzy CERN-em a Genewą.

(1) Na mapie CERN został oznaczony literą

☐ A.

☐ B.

☐ C.

¨☐ D.

(2) wobec czego znajduje się on w odległości około

☐ A. 3 km

☐ B. 5 km

☐ C. 8 km

☐ D. 12 km

od Genewy.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. C.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie materiału źródłowego, przy czym, aby je rozwiązać, uczeń powinien połączyć informacje zawarte w tekście z informacjami przekazanymi w formie graficznej (zamieszczona mapa). Ze względu na swój interdyscyplinarny charakter może ono zostać wykorzystane jako ciekawe urozmaicenie lekcji. W zależności od inwencji nauczyciela i okoliczności wykorzystania zadania (np. zastępstwo) można przygotować odpowiednio wcześniej kilka różnych mapek oraz powiązanych z mapkami tekstów, zadając uczniom na lekcji do rozwiązania zadania o coraz wyższym stopniu trudności.

W prezentowanej wersji zadania na mapie zostały zamieszczone cztery potencjalne lokalizacje CERN-u, a pod mapą – podziałka liniowa, dzięki której możliwe jest szybkie dokonanie pomiaru odległości. Z tekstu dowiadujemy się, że CERN leży na granicy Szwajcarii i Francji. Znajdując na mapie granicę (gruba czarna linia) możemy wykluczyć lokalizacje B i C jako zbyt oddalone od granicy.

Następnie należy ustalić ,która z dwóch pozostałych lokalizacji odpowiada opisowi. Według tekstu CERN znajduje się na północny zachód od Genewy. Zauważmy, że w lewym dolnym rogu mapy została zamieszczona strzałka, wskazująca kierunek północny. Na jej podstawie jesteśmy w stanie ustalić kierunki świata na mapie. Bez trudu zauważamy, że lokalizacja D jest położona na północ od Genewy. Jedynie miejsce oznaczone literą A leży na północny zachód od tego miasta. Zatem w pierwszej części zadania uczeń powinien wybrać odpowiedź A.

Po ustaleniu położenia CERN-u należy oszacować jego odległość od Genewy. Służy do tego podziałka liniowa umieszczona pod mapą. Nie musimy przy tym odmierzać odległości na mapie precyzyjnie przy

pomocy linijki. Wystarczy zauważyć, że odległość pomiędzy Genewą a CERN-em to niemal dokładnie dwukrotność odległości oznaczonej na podziałce jako 4 km. Wobec tego prawidłową odpowiedzią w drugiej części zadania jest odpowiedź C, 8 km.

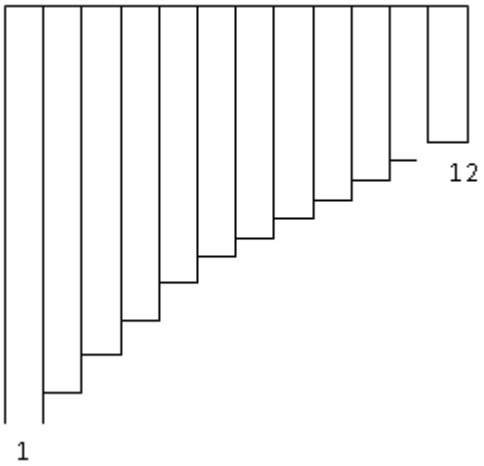
Słowa kluczowe

odległość | pomiar odległości

Fletnia Pana

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Słuchając radia, Ala zwróciła uwagę na brzmienie nieznanego jej dotąd instrumentu muzycznego. Jak się później okazało, była to fletnia Pana. W Internecie znalazła rysunek i opis tego instrumentu. Dowiedziała się, że składa się on z kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu piszczałek ułożonych obok siebie.



Wybierz właściwe fragmenty w tabelce, tak by uzyskać poprawne stwierdzenie wraz z jego uzasadnieniem:

(1) Dźwięk piszczałki 12 jest

☐ A. wyższy

☐B. niższy

(2) niż dźwięk piszczałki 1, ponieważ większa jest jego

☐ A. długość fali.

☐B. częstotliwość.

☐C. głośność.

☐D. prędkość rozchodzenia się.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. B.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

6.5. Ruch drgający i fale. Uczeń opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych
6.6. Ruch drgający i fale. Uczeń wymienia od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie mechanizmu powstawania dźwięku w instrumentach muzycznych w oparciu o wiedzę szkolną. Zostało ono wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Na podstawie zamieszczonego rysunku fletni Pana uczeń powinien ocenić stosunek wysokości dźwięku piszczałki 12 do wysokości dźwięku piszczałki 1 oraz wskazać przyczynę tej różnicy.

Zauważmy, że wysokość dźwięku wytwarzanego przez instrumenty muzyczne zależy od częstotliwości fali dźwiękowej. Fale o wysokich częstotliwościach (mniejszych długościach) odbieramy jako dźwięki wyższe niż fale o niskich częstotliwościach (większych długościach). Porównując długość wymienionych w tekście zadania piszczałek, uczeń powinien zauważyć, że piszczałka 12 jest znacznie krótsza niż piszczałka 1. Warto pamiętać, że źródłem dźwięku w przypadku piszczałki i innych instrumentów dętych jest drgający słup powietrza – czym dłuższy okaże się ten słup, tym większa będzie długość powstającej fali. W piszczałce 12 (najkrótszej) powstają fale, których długość jest mniejsza niż długość fal powstających w piszczałce 1(najdłuższej). Zatem dźwięk piszczałki 12 będzie wyższy niż dźwięk piszczałki 1. Idąc tym tokiem rozumowania uczeń powinien wybrać kombinację odpowiedzi (1) A., (2) B. „Dźwięk piszczałki 12 jest wyższy niż dźwięk piszczałki 1, ponieważ jego częstotliwość jest większa". Odpowiedzi takiej udzieliło 12% osób biorących udział w badaniu.

Pierwszą część zadania rozwiązało 50% uczniów, przy czym część różnicowanie było bardzo słabe. Można zatem przypuszczać, że większość uczniów na tym etapie zadania udzielała odpowiedzi losowo. W drugiej części zadania prawidłową odpowiedź zaznaczyło 36% uczniów. Niewiele rzadziej były wybierane nieprawidłowe odpowiedzi A i D (w obu przypadkach 22%). Oznacza to, że niemal co czwarty uczeń uznał, iż długość fali powstającej w piszczałce 12 jest większa niż długość fali powstającej w piszczałce 1. Najprawdopodobniej uczniowie ci pomylili pojęcie długości fali z pojęciem częstotliwości. Również co czwarty uczeń uważał, że prędkość rozchodzenia się dźwięku w piszczałce 12 była większa niż prędkość rozchodzenia się dźwięku w piszczałce 1. Jest to o tyle zaskakujące, iż na tym etapie edukacyjnym uczniowie powinni wiedzieć, że w konkretnym ośrodku (w tym przypadku – w powietrzu) prędkość dźwięku jest stała.

Uzyskane wyniki sugerują, iż uczniowie mają problemy ze zrozumieniem mechanizmu wytwarzania dźwięków przez instrumenty muzyczne. Problemy te wydają się wynikać z niedostatecznego zrozumienia sensu fizycznego podstawowych pojęć związanych z ruchem falowym, takich jak długość, częstotliwość i prędkość fali. W praktyce szkolnej, przed przystąpieniem do omawiania zagadnień związanych z akustyką (jak również optyką), warto upewnić się, czy uczniowie w stopniu dostatecznym opanowali podstawowe wiadomości i umiejętności związane z ruchem drgającym.

Słowa kluczowe

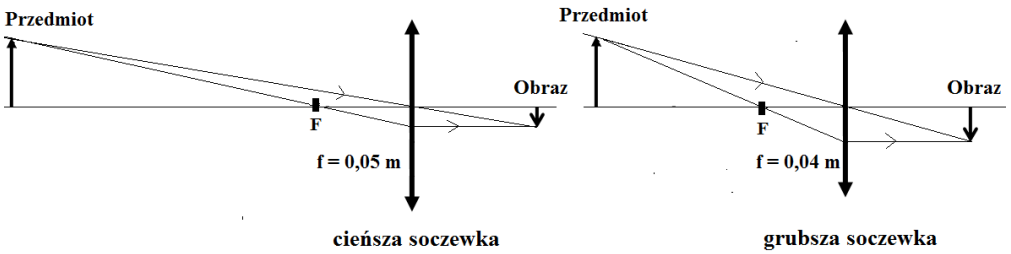
głośność dźwięku | wysokość dźwięku

Akomodacja oka

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Na lekcji fizyki uczniowie wykonali pewne doświadczenie. W pewnej odległości od ściany ustawili dwuwypukłą soczewkę skupiającą, po czym tak przesuwali przedmiot (płonącą świeczkę), aż na ścianie powstał jej ostry obraz. Następnie powtórzyli doświadczenie, umieszczając w tym samym miejscu, co poprzednio inną, grubszą soczewkę o bardziej wypukłej powierzchni.

W obu przypadkach odległość między soczewką i ścianą była taka sama. Wyniki doświadczenia uczniowie przedstawili na rysunkach, szkicując schematycznie konstrukcje obrazu w obu przypadkach. Zauważyli, że na ich podstawie można wytłumaczyć znane z biologii zjawisko akomodacji oka (dostosowania się *oka* do oglądania przedmiotów znajdujących się w różnych odległościach).



Wybierz odpowiednie fragmenty zdania, by otrzymać prawidłowe stwierdzenie na temat akomodacji oka.

(1) Gdy nagle przeniesiemy wzrok z przedmiotu znajdującego się blisko na oddalony przedmiot, to soczewka oka

☐ A. zwiększy swoją grubość,

☐ B. zmniejszy swoją grubość,

(2) a jej ogniskowa

☐ A. zmaleje.

☐B. wzrośnie.

☐C. nie zmieni się.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. B., 2. B.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.6. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (biegnących równolegle do osi optycznej) posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
7.7. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone
8.1. Wymagania przekrojowe. Uczeń opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
9.14. Wymagania doświadczalne. Uczeń wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu.

Komentarz

Zadanie dotyczy zagadnienia opisanego pośrednio w wielu punktach podstawy programowej z fizyki dla III etapu edukacyjnego. Opisuje przy tym efekty ściśle związane z budową ludzkiego oka.

Aby poprawnie rozwiązać zadanie, nie jest jednak potrzebna niemal żadna pamięciowa wiedza, gdyż prawie wszystko, co potrzebne, podane jest w tekście lub na rysunku. Dzięki temu zadanie mogą rozwiązać nawet ci uczniowie, którzy nie pamiętają szczegółów z lekcji optyki, choć muszą znać konwencję rysowania obrazów konstrukcyjnych.

Trzeba jednak uważnie czytać tekst i analizować załączony rysunek. I tak, odpowiedź na pierwsze pytanie wynika głównie z rysunku – jeżeli mamy przenieść wzrok z przedmiotu bliskiego na daleki, to znaczy, że z sytuacji pokazanej na rysunku prawym (podpisanym „grubsza soczewka" przenosimy się do sytuacji pokazanej na rysunku lewym („cieńsza soczewka"). Zatem soczewka oka zmniejszy swoją grubość. Pewną trudność na tym etapie zadanie może sprawić jedynie wyobrażenie sobie analogii – obraz przedmiotu powstaje na siatkówce oka, a przedmiot to obiekt na który patrzy oko. Widać, że na lewym rysunku przedmiot jest dalej od soczewki niż na prawym.

Wyboru odpowiedzi w części drugiej również należy dokonać na podstawie wykresu. Ogniskowa w sytuacji początkowej (prawy rysunek) jest mniejsza, niż w sytuacji końcowej (lewy rysunek). W tej części zadania uczeń jednak musi przypomnieć sobie z lekcji jeden szczegół – ten, że ogniskowa soczewki jest oznaczana na rysunkach literą f. Teoretycznie uczeń mógłby to wydedukować również z innej zapamiętanej wiedzy – iż soczewki grube mają krótkie ogniskowe.

W badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów zadanie okazało się trudne. W pełni poprawnie wykonało je zaledwie 1/3 uczniów. W części pierwszej odpowiedź B wybrało nieco ponad 50% uczniów, podobnie było w części drugiej.

Zadanie, z racji długości tekstu i skomplikowanego rysunku, słabo nadaje się na pracę pisemną, natomiast może stanowić cenny dodatek do lekcji o soczewkach.

Słowa kluczowe

Akomodacja oka | ogniskowa | soczewka

Sygnał Ziemia - Księżyc

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Adam zastanawiał się, czy jest możliwe sterowanie pojazdem księżycowym z Ziemi. Wiedział, że odległość Księżyca od Ziemi wynosi około 380 000 km, a sygnał rozchodzi się z prędkością światła. Na tej podstawie oszacował czas potrzebny na dotarcie sygnału z pojazdu księżycowego na Ziemię i z powrotem.

Wybierz poprawne oszacowanie tego czasu:

☐A. około 0,0025 s

☐B. około 2,5 s

☐C. około 25 s

☐D. około 2500 s

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.11. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni/ wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji
8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność szacowania rzędu wielkości wyniku i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać, uczeń powinien znać przybliżoną wartość prędkości światła (300 000 km/s) oraz rozumieć, że czas potrzebny na to, aby sygnał przebył odległość Ziemia-Księżyc obliczamy, dzieląc odległość pomiędzy tymi ciałami przez prędkość światła. Należy przy tym pamiętać, że szukamy czasu potrzebnego na dotarcie sygnału z pojazdu księżycowego i z powrotem, zatem powinniśmy uzyskaną wielkość pomnożyć przez dwa.

Odległość pomiędzy Ziemią a Księżycem możemy inaczej zapisać jako . Dzieląc tę wielkość przez prędkość światła otrzymamy czas rzędu jednej sekundy – jest to czas potrzebny na pokonanie dystansu tylko w jedną stronę. Aby sygnał mógł pokonać tę odległość dwukrotnie potrzeba czasu rzędu dwóch sekund. Wobec tego prawidłową odpowiedzią jest odpowiedź B. i odpowiedzi takiej udzieliło 45,1% osób biorących udział w badaniu.

Z odpowiedzi nieprawidłowych najczęściej była wybierana odpowiedź D. (21%) oraz odpowiedź C. (19,4%). Trudno jednoznacznie wskazać przyczyny, dla których uczniowie decydowali się na te odpowiedzi, wydaje się jednak, że nie próbowali oni oszacować, ani tym bardziej obliczać, wyniku, z góry przyjmując założenie, że czas dotarcia sygnału z Księżyca na Ziemię i z powrotem musi być relatywnie długi.

Nieco inaczej wygląda sytuacja z najrzadziej wybieraną odpowiedzią A. (12,5%). W tym przypadku część uczniów mogła podzielić odległość wyrażoną w kilometrach przez prędkość światła liczoną w metrach na sekundę (bez odpowiedniego przeliczenia jednostek), uzyskując wynik mniejszy o trzy rzędy wielkości niż wynik prawidłowy. Jeśli rzeczywiście uczniowie szacowali wynik w ten sposób oznacza to, że nie zwrócili oni w ogóle uwagi na jednostkę, w jakiej została wyrażona odległość, podstawiając dane do wzoru w sposób automatyczny. Warto wobec tego poświęcić na lekcji nieco czasu na gruntowny trening przeliczania jednostek podstawowych na jednostki pochodne i odwrotnie. Jak wskazują dotychczasowe badania przeprowadzone przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych, część uczniów ma z tą umiejętnością problem nie tylko w gimnazjum, ale również na kolejnym etapie edukacyjnym.

Słowa kluczowe

czas | droga | prędkość światła

Infradźwięki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Zapoznaj się z poniższym tekstem.

31 maja 2003 roku brytyjscy badacze przeprowadzili eksperyment podczas którego grupa 700 osób słuchała muzyki z nałożoną dodatkową falą o częstotliwości 17 Hz. Częstotliwość ta określana jest jako „rejestrowana na progu słyszalności". Badani nie zostali poinformowani o celu eksperymentu, ani o użyciu dodatkowej częstotliwości. Po wysłuchaniu koncertu 22% badanych czuło: złość, smutek, strach, nerwowość oraz dreszcze. Podsumowując eksperyment profesor Richard Weiseman powiedział: „Rezultaty sugerują, że dźwięki o niskiej częstotliwości mogą mieć wpływ na ludzi, mimo iż nie potrafią oni świadomie rejestrować infradźwięków"

Które z poniższych stwierdzeń wysnutych na podstawie powyższego tekstu są prawdziwe, a które fałszywe?

Stwierdzenie	Prawda czy Fałsz?
1. Zostało naukowo udowodnione, iż dźwięki o częstotliwości 17 Hz mają wpływ na ludzi.	☐Prawda/ ☐ Fałsz
2. Przyczyną złego samopoczucia mogła być sama muzyka.	☐Prawda/ ☐ Fałsz
3. Eksperyment pokazał, że co czwarty badany jest w stanie słyszeć infradźwięki.	☐Prawda/ ☐ Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 F; 2 P; 3 F

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

6.7. Ruch drgający i fale. Uczeń posługuje się pojęciami infradźwięki i ultradźwięki.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie tekstu źródłowego i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjum. Tematyka zadania dotyczy potencjalnego wpływu infradźwięków na samopoczucie ludzi. Aby je rozwiązać należy dokładnie zapoznać się z tekstem, a następnie ocenić prawdziwość trzech stwierdzeń zestawionych w tabeli.

W tekście zostały podane dwa istotne fakty: grupa 700 osób słuchała muzyki z nałożoną dodatkową częstotliwością 17 Hz, będącą na progu słyszalności ludzkiego ucha, a po koncercie część badanych osób odczuwała dreszcze oraz takie uczucia jak: złość, smutek, strach, nerwowość. W opinii jednego z badaczy sugeruje to, iż infradźwięki (dźwięki o częstotliwości z przedziału od 1Hz do około 20Hz) mają wpływ na ludzi.

Czy jednak przeprowadzony eksperyment rzeczywiście dowodzi istnienia takiego wpływu? Niestety nie, chociażby dlatego, że nie przeprowadzono podobnego badania na odpowiednio dobranej grupie kontrolnej słuchającej muzyki bez nałożonej dodatkowej częstotliwości. Wobec tego nie wiemy, jak zareagowaliby słuchacze z tej grupy. Być może silne uczucia, jakich doznały osoby biorące udział w badaniu wiązały się z samym utworem muzycznym i nie miały nic wspólnego z infradźwiękami. Możliwe jest także, że pewien odsetek osób słuchających muzyki odczuwał złość i rozdrażnienie już przed koncertem.

Idąc powyższym tokiem rozumowania, należało ocenić pierwsze ze stwierdzeń jako fałszywe – eksperyment przeprowadzony według opisanej metodologii nie daje żadnych naukowych dowodów na to, że dźwięki o częstotliwości 17 Hz mają jakikolwiek wpływ na ludzi. Niemniej tylko 17,3% uczniów oceniło prawidłowo pierwsze ze stwierdzeń. Ogromna większość osób błędnie uznała to stwierdzenie za prawdziwe. Być może wpłynęła na to przytoczona w tekście wypowiedź jednego z badaczy. Warto jednak zauważyć, że w wypowiedzi tej nigdzie nie ma mowy o tym, aby jednoznacznie udowodniono wpływ infradźwięków na człowieka. Pada jedynie stwierdzenie, że wyniki sugerują istnienie takiego wpływu.

Znacznie mniej problematyczne okazało się dla uczniów drugie stwierdzenie. Jego prawidłowej oceny dokonało 47,1% uczniów. Zgodnie z przytoczonym powyżej rozumowaniem stwierdzenie to jest prawdziwe: powodem złego samopoczucia osób uczestniczących w eksperymencie mogła być sama muzyka. Ponieważ nie posiadamy żadnych bliższych informacji na temat wykonywanego utworu, nie możemy wykluczyć, że był on główną przyczyną opisanej reakcji słuchaczy. Być może sama kompozycja utworu lub sposób jego wykonania wpłynęły na ich nastrój, powodując na przykład silne rozdrażnienie.

Niewiele wyższa była rozwiązywalność ostatniego stwierdzenia – 56,3% oceniło je jako fałszywe. Bezpośrednio z tekstu wynika, że infradźwięki są rejestrowane „na progu słyszalności", a cała idea badania opierała się na tym, aby zbadać jaki wpływ na ludzi mają dźwięki niesłyszalne dla ludzkiego ucha. W trakcie eksperymentu w żaden sposób nie mierzono, jakie częstotliwości słyszały poszczególne osoby biorące udział w badaniu. Fakt wystąpienia opisanych w tekście objawów u niemal co czwartej z badanych osób nie jest wcale jednoznaczny z tym, że infradźwięki wywołały u nich jakiekolwiek wrażenie słuchowe. Z tekstu nie wynika, aby osoby skarżące się na złe samopoczucie po koncercie usłyszały dodatkową częstotliwość nałożoną na muzykę.

Całość zadania prawidłowo rozwiązało zaledwie 6,6% uczniów. Możemy zatem wnioskować, że gimnazjaliści mają spore problemy z interpretacją tekstów popularnonaukowych. W tym przypadku dodatkową trudnością zadania było wplecenie w tekst opinii jednego z badaczy przeprowadzających opisany eksperyment. Wydaje się bardzo prawdopodobne, iż uczniowie dokonując oceny poszczególnych stwierdzeń sugerowali się tą wypowiedzią, a następnie wyciągali na jej podstawie zbyt daleko idące wnioski.

Słowa kluczowe

częstotliwość dźwięku | Infradźwięki

Lampa Davy'ego

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Sir Humphry Davy wynalazł specjalną lampę górniczą. Płomień osłonięty jest cieniutką siateczką, odprowadzającą ciepło przez metalowe druciki. Tego typu konstrukcja zapobiega wybuchowi w kopalni, który mogłaby spowodować rozgrzana lampa, znajdująca się w otoczeniu CH_4.

Na podstawie analizy tekstu źródłowego, zdecyduj które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe.

	Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1.	Metalowe druciki użyte w lampie są bardzo dobrymi izolatorami cieplnymi.	☐Tak / ☐Nie
2.	Metalowa siateczka umożliwia wymianę ciepła między gazem w lampie a otoczeniem.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Nie., 2. Tak.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie tekstu źródłowego i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Na podstawie opisu lampy skonstruowanej przez Davy'ego należało ocenić prawdziwość dwóch stwierdzeń dotyczących roli metalowej siateczki, będącej elementem lampy.

Z tekstu bezpośrednio wynika, że siateczka, otaczająca płomień, ma za zadanie odprowadzać ciepło przy pomocy metalowych drucików. W takim razie druciki te są dobrymi przewodnikami ciepła. Tymczasem pierwszą część zadania prawidłowo oceniło tylko 39% uczniów. Pozostałe osoby uznały, że metalowe druciki są bardzo dobrymi izolatorami cieplnymi. W jaki sposób uczniowie doszli do takiego wniosku? Trudno udzielić tu jednoznacznej odpowiedzi - być może zasugerowali się dalszą częścią tekstu, w której mowa jest o tym, że tego typu konstrukcja zapobiega wybuchowi metanu. Najprawdopodobniej osoby te zrozumiały tekst opacznie, uważając, że siateczka izoluje termicznie rozgrzany płomień od niebezpiecznego gazu.

Rozwiązywalność drugiej części zadania okazała się znacznie wyższa niż części pierwszej. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło w tym przypadku 63% uczniów, stwierdzając, że metalowa siateczka umożliwia wymianę ciepła między gazem w lampie a otoczeniem. Warto w tym miejscu uzmysłowić sobie, że rozgrzany gaz powstaje w lampie jako efekt spalania paliwa. Prawdziwość drugiego stwierdzenia wynika dokładnie z tego samego zdania, z którego wynika nieprawdziwość zdania poprzedniego: skoro ciepło jest odprowadzane przy pomocy metalowych drucików, to musi być odprowadzane do otoczenia, którego temperatura jest niższa niż temperatura gazu oraz samych drucików.

Co ciekawe, część uczniów w obu częściach zadania wybrała odpowiedź „Tak", nie zauważając, że odpowiedzi te przeczą sobie nawzajem. Siateczka, składająca się z metalowych drucików, nie może być jednocześnie przewodnikiem i izolatorem ciepła. Całość zadania została prawidłowo rozwiązana przez 35% uczniów. Wynika z tego, że prawie dwie trzecie uczniów miało problem z interpretacją tego

krótkiego i prostego tekstu. Być może trudność zadania wynika z tego, że dotyczy ono sytuacji nietypowej, rzadko omawianej w praktyce szkolnej. Wobec tego warto trenować z uczniami na lekcji rozumienie tekstów popularnonaukowych o tematyce wykraczającej poza ogólnie przyjęty kanon, a jednocześnie niewykraczającej poza podstawę programową.

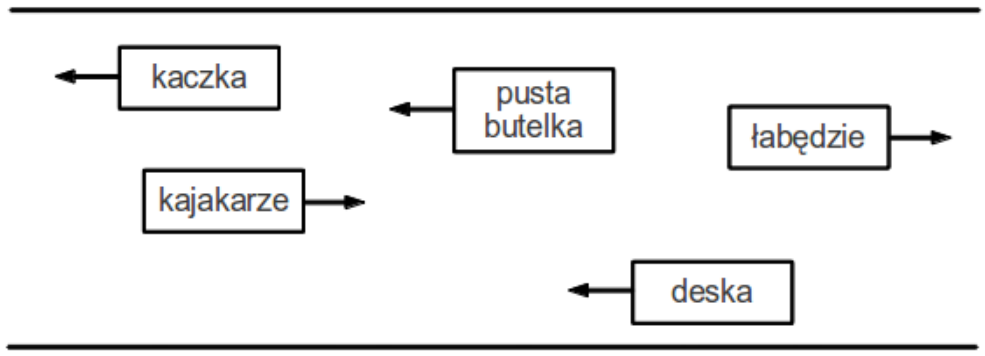
Słowa kluczowe

izolacja cieplna | przewodnictwo cieplne

Płynąca rzeka

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Podczas spaceru Marta zastanawiała się, w którą stronę płynie mijana rzeka. Doszła do wniosku, że może to stwierdzić, obserwując pływające po niej obiekty. Sytuacja na rzece wyglądała jak na schemacie poniżej. Strzałkami zaznaczono kierunki przemieszczania się poszczególnych przedmiotów.



Na podstawie rysunku oceń, czy obserwacja niżej wymienionych obiektów da Marcie pewność, w którym kierunku płynie rzeka.

Obiekt	Czy obserwacja da pewność, w którym kierunku płynie rzeka?
1. kaczka	☐ Tak / ☐ Nie
2. kajakarz	☐Tak / ☐Nie
3. pusta butelka	☐Tak / ☐ Nie
4. deska	☐Tak / ☐ Nie
5. łabędzie	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Nie., 2. Nie., 3.Tak., 4. Tak., 5. Nie.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie informacji przedstawionej w formie graficznej i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Do rozwiązania zadania w zupełności wystarczają wiadomości, które uczniowie powinni opanować na II etapie edukacyjnym na przedmiocie przyroda, w szczególności podpunkt 4.8) wymagań szczegółowych: uczeń obserwuje zjawiska zachodzące w cieku wodnym, określa kierunek (...) przepływu wody (przyroda, II etap edukacyjny).

Aby rozwiązać zadanie, uczniowie powinni przeanalizować sytuację na rzece, zilustrowaną na schemacie, a następnie ocenić, czy obserwacja przedmiotów wymienionych w tabeli pozwoli w sposób pewny określić kierunek, w którym płynie rzeka. Warto już na wstępie zauważyć, że aby określić ten kierunek, wystarczy obserwować dowolny przedmiot niesiony nurtem rzeki i nieposiadający własnego napędu. Przedmiotami takimi są pusta butelka i deska. Niemniej nawet w tak ewidentnym przypadku nie wszyscy uczniowie udzielili prawidłowej odpowiedzi. Każdą z tych sytuacji prawidłowo oceniło 94,1% osób.

W przypadku płynącej kaczki nie możemy mieć całkowitej pewności, że kierunek jej ruchu jest zgodny z kierunkiem w którym płynie rzeka. Nie wiemy bowiem, czy kaczka pozwala się nieść prądowi (na przykład odpoczywając), czy też płynie w sposób aktywny. Sytuacja ta nie była jednak dla uczniów oczywista – prawidłowej odpowiedzi udzieliło w tym przypadku już tylko 77,8% osób biorących udział w badaniu. Być może część z nich ustaliła wcześniej kierunek rzeki na podstawie kierunku ruchu płynących po niej przedmiotów (butelki i deski), a następnie uznała, że skoro kaczka płynie w tę samą stronę, należy udzielić odpowiedzi twierdzącej.

Również pytania dotyczące kajakarzy i płynących łabędzi okazały się dla niektórych uczniów kłopotliwe. W obu przypadkach nie możemy na podstawie kierunku ich ruchu jednoznacznie określić kierunku rzeki. Nie wiemy, czy kajakarze wiosłują płynąc z prądem, czy też pod prąd. W przypadku łabędzi powstają identyczne wątpliwości jak w przypadku kaczki. Te dwie sytuacje nie dla wszystkich uczniów okazały się tak proste do oceny. Prawidłowej oceny tych sytuacji dokonało odpowiednio 81,5% oraz 88,5% uczniów. Rozwiązywalność całego zadania wyniosła w badaniu 64,4%, przy czym zadanie dobrze różnicowało uczniów.

Uzyskane wyniki sugerują, że uczniowie w gimnazjum mają problemy z wykorzystaniem bardzo podstawowej wiedzy z wcześniejszych etapów edukacyjnych do rozwiązywania zadań problemowych, wymagających przede wszystkim umiejętności wnioskowania. W przypadku tego zadania co trzeci uczeń nie poradził sobie z koniecznością powiązania wniosków z obserwacji rzeczywistych obiektów z wiadomościami ze szkoły podstawowej.

Słowa kluczowe

kierunek | przemieszczenie

Kolorowe koło

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Dagmara wycięła koło z białego papieru i podzieliła na trzy różne części. Pierwszą cześć pomalowała na kolor czerwony, drugą na kolor zielony, a trzecią na kolor niebieski.

Następnie umieściła pomalowane koło na silniczku, tak aby obracało się względem środka. Po kilku próbach zauważyła, że przy odpowiednio dużej prędkości obrotu koło obserwowane w świetle dziennym stawało się białe. Próbując wyjaśnić to zjawisko, Dagmara postawiła dwie hipotezy, zestawione w poniższej tabeli.

Oceń, czy każdą z wymienionych hipotez można z całą pewnością uznać za fałszywą.

Hipoteza	Czy można ją uznać za fałszywą?
1. Przy dużych obrotach silniczka oko ludzkie nie jest w stanie rozdzielić poszczególnych barw, którymi pomalowano koło.	☐Można / ☐Nie można
2. Do każdego sektora koła docierało światło o takiej barwie na jaki pomalowano sektor, co dawało wrażenie światła białego.	☐Można / ☐Nie można

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

7.10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne

Komentarz

Prezentowane zadanie można wykorzystać na lekcji w połączeniu z pokazem doświadczalnym przeprowadzonym przy użyciu tarczy barw (tak zwanej tarczy Newtona). Tarczę taką wykonać mogą sami uczniowie, dzieląc papierowe koło na siedem równych sektorów i malując każdy z nich w jednym z kolorów tęczy lub też ograniczając się do trzech barw podstawowych, jak to zademonstrowano na rysunku. Jeśli tak wykonaną tarczę będziemy obracać wokół osi przechodzącej przez jej środek, to przy odpowiednio dużej prędkości obrotu będzie się ona wydawać biała (pod warunkiem, że kolory są precyzyjnie dobrane). Nie należy się przy tym obawiać tarcz o mniej dokładnie dobranych kolorach - wprawione w ruch obrotowy także będą się wydawać jednobarwne (np. szare). Warto zatem zadać uczniom pytanie, dlaczego tak się dzieje? Co sprawia, że nie jesteśmy w stanie rozróżnić poszczególnych barw na obracającej się tarczy?

W zadaniu postawiono dwie hipotezy. Uczeń powinien rozstrzygnąć, która z nich z całą pewnością jest fałszywa. Rozumowanie prowadzące do rozwiązania tego problemu należy rozpocząć od zastanowienia się nad powodem, dla którego różne przedmioty oświetlone światłem białym widzimy jako kolorowe. Warto przypomnieć uczniom, że światło białe jest mieszaniną wszystkich barw. Padając na dowolny przedmiot, zostaje częściowo zaabsorbowane a częściowo odbite. Jeśli postrzegamy coś jako na przykład zielone, oznacza to, że zaabsorbowane zostały wszystkie długości fali oprócz odpowiadających kolorowi zielonemu. Podobnie dzieje się w przypadku pozostałych barw, którymi pomalowana została tarcza opisana w zadaniu.

Następnym krokiem jest zastanowienie się nad tym, jak przebiega mechanizm absorpcji promieni świetlnych przez obracające się koło. Z punktu widzenia praw fizyki nie ma żadnych powodów, aby coś w tym mechanizmie uległo zmianie. Skoro tarcza jest cały czas oświetlona światłem białym, do każdego jej sektora docierają jednocześnie wszystkie długości fali. Nie ma zatem żadnej możliwości, aby do każdego sektora dotarło światło o innej długości fali. Ponadto, nawet gdyby było to możliwe, światło zielone docierając do sektora zielonego odbiłoby się od niego i ciągle widzielibyśmy ten sektor jako zielony. Zatem z całą pewnością możemy obalić drugą hipotezę. Hipotezy pierwszej obalić w żaden sposób nie możemy, w szczególności ze względu na fakt, iż uzyskany wynik świadczy o tym, że postrzeganie tarczy jako jednobarwnej ma związek z percepcją ludzkiego wzroku.

W zależności od tego, czy zadanie zostanie wykorzystane na lekcji, zajęciach pozalekcyjnych, czy też na zastępstwie, może posłużyć jako początek dyskusji dotyczącej takich tematów jak budowa i funkcje ludzkiego oka, synteza addytywna barw czy też budowa i zasada działania monitorów RGB.

Słowa kluczowe

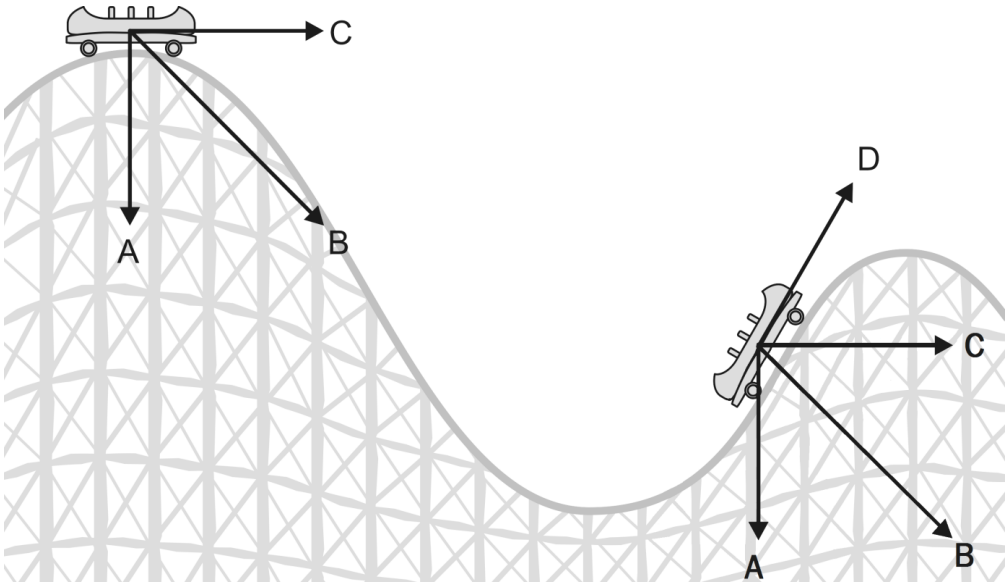
barwy | światło białe

Kolejka górska

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Ania wybrała się z rodzicami do wesołego miasteczka. Jego największą atrakcją był niewątpliwie roller coaster, czyli kolejka górska. Na poniższym rysunku zaznaczono symbolicznie dwa położenia wagonika poruszającego się po torze.

Położenie I



Położenie II

Które ze strzałek naszkicowanych na rysunku reprezentują wektory siły grawitacji działającej na wagonik?

(1) W położeniu I

☐ A. wektor A.

☐ B. wektor B.

☐ C. wektor C.

(2) W położeniu II

☐ A. wektor A.

☐ B. wektor B.

☐ C. wektor C.

☐ D. wektor D.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A., 2. A.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
1.9. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem siły ciężkości

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie pojęcia „siła ciężkości" i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać, uczeń powinien zastanowić się nad kierunkiem działania ziemskiej grawitacji (ciążenia). W tym celu można zaproponować uczniom wykonanie prostego doświadczenia, polegającego na upuszczeniu przedmiotu trzymanego w ręku. Nietrudno zauważyć, że przedmiot ten spadnie na podłogę po trajektorii prostopadłej do jej powierzchni. Dzieje się tak dlatego, że grawitacja działa w kierunku środka naszej planety, który z punktu widzenia obserwatora na jej powierzchni, jest odbierany jako kierunek góra-dół.

W zadaniu przedstawiono nieco bardziej skomplikowany problem: wagonik porusza się po torze krzywoliniowym, imitującym góry, a kąt, jaki tworzy jego podłoga z kierunkiem pionowym zmienia się w zależności od aktualnego położenia wagonika. Nie należy jednak zapominać, że kierunek działania siły grawitacji jest prostopadły do powierzchni Ziemi, a nie do podłogi wagonika. W obu położeniach ciążenie działać będzie pionowo w dół, co reprezentują strzałki oznaczone literą A. Niestety nie było to aż tak oczywiste dla osób biorących udział w badaniu i zadanie zostało prawidłowo rozwiązane przez 37,7% uczniów.

W przypadku pierwszego z przedstawionych położeń, prawidłowej odpowiedzi udzieliło 61,2% uczniów, natomiast w przypadku położenia drugiego – już tylko 45,9%. Uzyskane wyniki wskazują na fakt, iż uczniowie nie do końca rozumieją, czym jest siła grawitacji i jakie są konsekwencje jej istnienia. Na przykład, w drugiej części zadania wybór odpowiedzi B (18,2%) może się wiązać z błędnym przekonaniem, że ciążenie działa prostopadle do kierunku podłogi (a nie do powierzchni Ziemi). Trudno jednak wytłumaczyć, dlaczego spory odsetek uczniów wskazywał w tej części wektor D (24,1%). W zależności od tego, w którą stronę jedzie kolejka, można go interpretować jako siłę napędu lub jako tarcie. Tymczasem w pierwszej części zadania wektor C (ta sama siła) był wybierany przez znikomy odsetek uczniów (2,9%), a najczęściej wskazywaną odpowiedzią niepoprawną okazała się odpowiedź B (34,1%).

Tego typu niekonsekwencje pozwalają przypuszczać, że uczniowie mieli spory problem ze zrozumieniem, jakie oddziaływania fizyczne można przypisać poszczególnym siłom zaznaczonym przy pomocy wektorów. Warto mieć to na uwadze przy wprowadzaniu i omawianiu poszczególnych sił na lekcjach w gimnazjum. Ze względu na brak obowiązku posługiwania się pojęciem wektora na tym etapie edukacyjnym, możliwe jest, że niektórzy uczniowie kojarzą daną siłę ze wzorem na jej wartość, a nie z realnym oddziaływaniem fizycznym, które działa w określonym kierunku i wywołuje konkretne skutki.

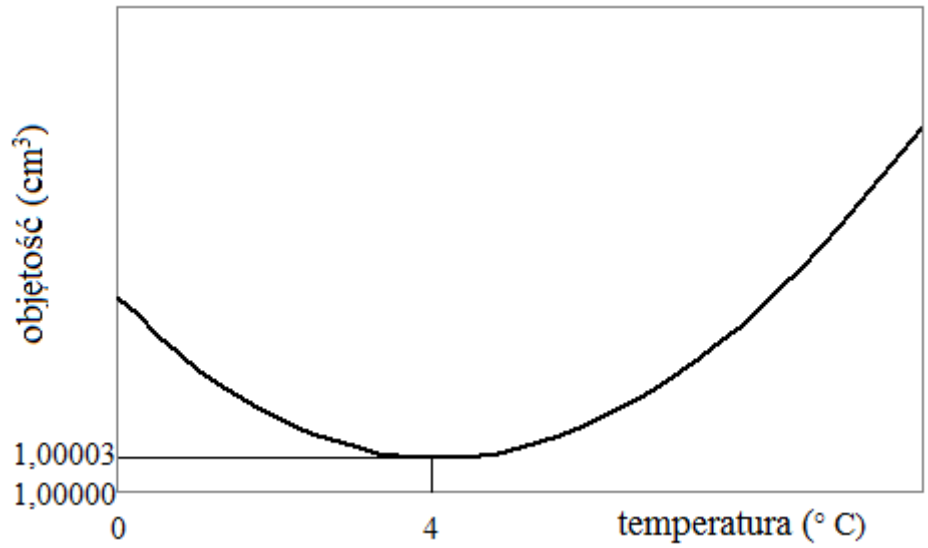
Słowa kluczowe

grawitacja | siła

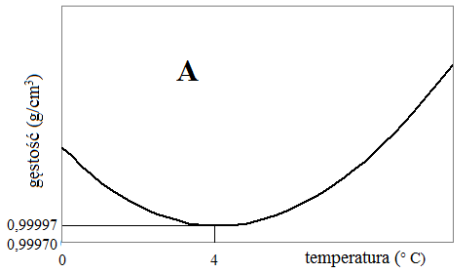
Rozszerzalność wody

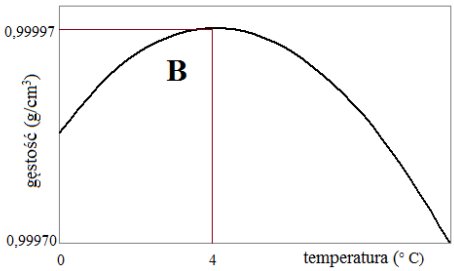
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

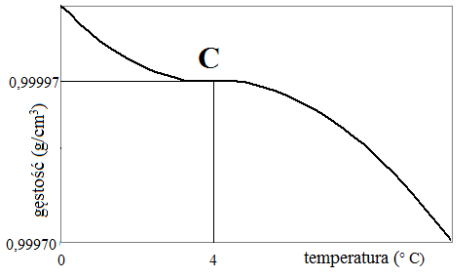
Adam znalazł w Internecie wykres zależności objętości wody o masie1 g od temperatury:

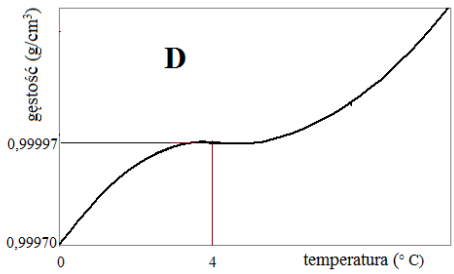


Który z poniższych wykresów przedstawia zależność gęstości wody od temperatury?









☐ **A**

☐ **B**

☐ **C**

☐ **D**

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości

Komentarz

Zadanie dotyczy dość często opisywanej w podręcznikach anomalii rozszerzalności wody, która w zakresie od 0 do 4 stopni Celsjusza kurczy się przy ogrzewaniu, zamiast rozszerzać. Z tego powodu gęstość wody w temperaturze 4 stopni Celsjusza osiąga maksimum, dzięki czemu m.in. jeziora nie zamarzają do dna zimą.

Teoretycznie, uczeń mógłby pamiętać o tym i od razu wskazać odpowiedź, jednak mało kto ma aż taką pamięć. Dlatego zadanie wymaga raczej bardzo dobrego rozumienia pojęcia gęstości lub jego dobrego intuicyjnego wyczucia. Uczeń powinien wydedukować, że spadek objętości ciała bądź cieczy o określonej masie wiąże się ze wzrostem jego gęstości, a wzrost objętości – ze spadkiem gęstości. Przy takim rozumowaniu, wybór wykresu B jest oczywisty.

Pojęcie gęstości, choć teoretycznie bardzo proste i przejrzyste, nie jest dla uczniów intuicyjne, przez co jego utrwalenie i dobre rozumienie wymaga odpowiedniej liczby doświadczeń i ćwiczeń. Powyższe zadanie bardzo dobrze nadaje się na pracę klasową jako kontrola, na ile dobrze uczniowie rozumieją pojęcie gęstości, a nie tylko potrafią dokonywać sprawnie związanych z nim obliczeń.

W badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów poprawną odpowiedź wybrało tylko nieco ponad 1/3 uczniów, co pośrednio jest dowodem na trudności w rozumieniu pojęcia gęstości wśród uczniów, zwłaszcza po upływie dłuższego czasu od zakończenia nauczania tego tematu na lekcjach.

Słowa kluczowe

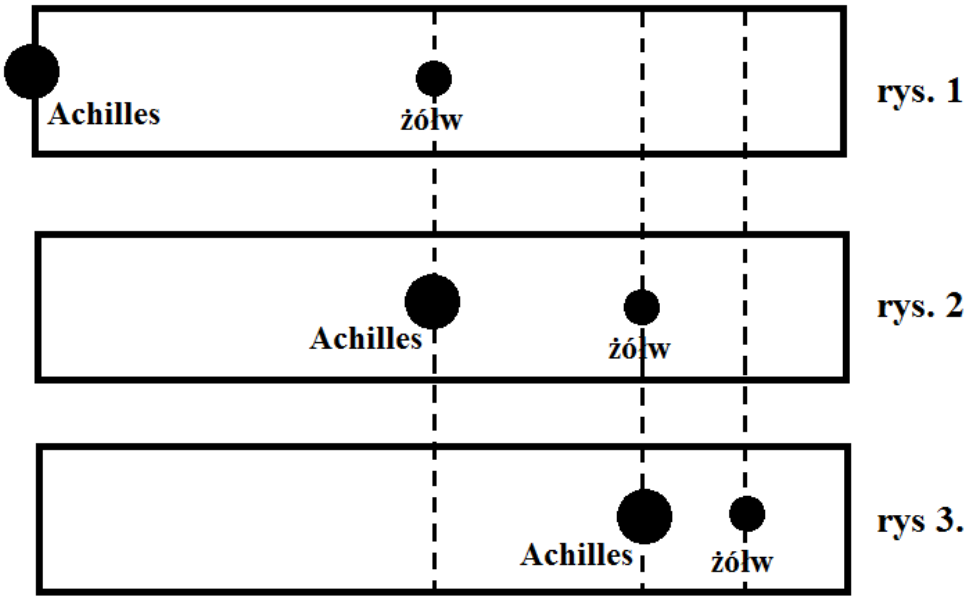
gęstość | objętość | rozszerzalność temperaturowa

Achilles i żółw

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Starożytny filozof grecki Zenon z Elei jest autorem kilku paradoksów (czyli zaskakujących przykładów prowadzących do stwierdzeń sprzecznych ze zdrowym rozsądkiem) dotyczących ruchu. Oto opis jednego z nich:

Achilles i żółw stają na linii startu wyścigu na dystans 100 m. Załóżmy, że Achilles potrafi biegać dwa razy szybciej od żółwia. Aby dać szansę żółwiowi jego start umieszczono w połowie dystansu (rys.1). Gdy Achilles dobiegnie do miejsca, z którego startował żółw, żółw przebiegnie25 m(rys 2.). Gdy Achilles przebędzie to 25 m, żółw przebędzie12,5 m (rys. 3), itd., więc Achilles nigdy nie dogoni żółwia.



Zdecyduj, które z poniższych stwierdzeń wynikają z powyższego tekstu, mimo że nie są zgodne z naszą wiedzą o świecie.

Stwierdzenie	Czy zgodne z tekstem?
1 Przed metą Achilles nie dogoni żółwia.	☐ Tak / ☐ Nie
2 Odległość między Achillesem a żółwiem będzie coraz mniejsza.	☐ Tak / ☐ Nie
3 Żółw zawsze będzie w połowie drogi między Achillesem a metą.	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.TAK., 2.TAK., 3.TAK.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z analizowanych tekstów popularnonaukowych.

Paradoksem nazywamy przedstawienie jakiegoś problemu w inny niekonwencjonalny sposób, który prowadzi do zaskakującego efektu, bardzo często sprzecznego z wynikami naukowymi zarówno teoretycznymi jak i doświadczalnymi.

Opisany w zadaniu paradoks, wymyślony przez greckiego filozofa Zenona z Elei dotyczy postrzegania czasu i przestrzeni w kontekście filozoficznym. Droga i czas traktowane są w nim jak wielkości ciągłe. Podlegają dzieleniu na pół kilka razy z rzędu. Jest to problem bardziej matematyczny niż fizyczny. Można dzielić liczby na pół w nieskończoność i otrzymywać za każdym razem o połowę mniejsze wymierne liczby. W wyniku takiego działania otrzymamy nieskończony zbiór liczb będący ciągiem geometrycznym.

Zadanie dotyczy zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnym. Droga w tym ruchu jest proporcjonalna do prędkości. Jeśli prędkość jest dwa razy mniejsza (jak to jest w zadaniu), to droga również jest dwa razy mniejsza. Porównując rys 1, 2 i 3 widać, że z czasem odległość między Achillesem i żółwiem zmniejsza się. Tezy zawarte w zadaniu są słuszne dla początkowych etapów biegu jednak wnioski wyciągnięte na ich podstawie odnoszą się do całości biegu. Rzeczywiście, w czasie w którym Achilles przebiegnie połowę drogi, żółw przebiegnie 1/4 tej drogi. A licząc od mety, kiedy Achilles będzie w odległości 1/2 od mety to żółw 1/4 (rys 2) oraz kiedy Achilles będzie w odległości 1/4 to żółw 1/8 (rys 3) itp. Zatem, odległość między żółwiem i Achillesem zmniejsza się, jednak żółw zawsze będzie w połowie odległości od mety w stosunku do Achillesa (prawdziwe stwierdzenia 2 i 3). Achilles nigdy nie dogoni żółwia (prawdziwe stwierdzenie 1).

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceum ogólnokształcącego, całość zadania prawidłowo rozwiązało 31% badanych. Jest to stosunkowo mała grupa, zważywszy na to, że w każdym z trzech punktów trzeba było wybrać jedną z dwóch podanych opcji. Pierwszą część zadania polegającą na rozstrzygnięciu czy Achilles dogoni żółwia poprawnie wybrało 73% uczniów. Również stosunkowo dużo (80%) stwierdziło, że odległość między Achillesem i żółwiem będzie się zmniejszać. Najmniejszy procent prawidłowych odpowiedzi, 56%, zanotowano dla stwierdzenia 3. Jak można było przypuszczać, stwierdzenia 1 i 3 okazały się najtrudniejsze dla uczniów, gdyż to one stały w sprzeczności z doświadczeniem.

Słowa kluczowe

prędkość | ruch jednostajny

Siła tarcia

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

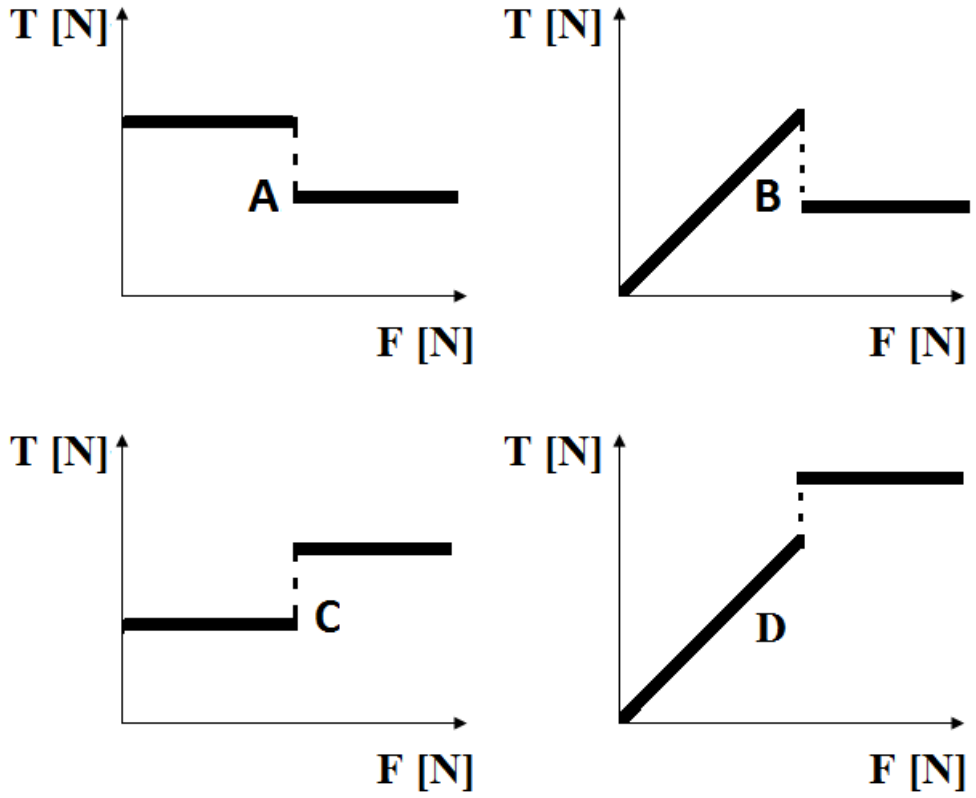
Jako przykład działania siły tarcia spoczynkowego, występującego gdy staramy się wprowadzić w ruch spoczywające ciało, Grzegorz, wskazał następującą sytuację:

Jeżeli pcham szafę, ale działam na nią zbyt małą siłą, szafa nie porusza się. Dopiero gdy siła działająca na szafę jest odpowiednio duża, to jestem w stanie ją przesunąć.

Nauczycielowi spodobała się wypowiedź Grzegorza. Uzupełnił ją następująco:

Gdy, starając się poruszyć ciało z miejsca, zwiększmy wartość działającej siły, rośnie wartość siły ***tarcia spoczynkowego,*** *tak, że siły te się równoważą. Dopiero, gdy ciało przesuwa się, to działa na nie siła* ***tarcia kinetycznego****. Siła tarcia kinetycznego jest* ***mniejsza*** *od maksymalnej siły tarcia spoczynkowego i jest w przybliżeniu* ***stała.***

Który z poniższych wykresów przedstawia zależność siły tarcia (T) od przyłożonej siły (F)?



Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Zadanie dotyczy zagadnienia wykraczającego niemal całkowicie poza podstawę programową gimnazjum. Nie znaczy to jednak, że samo zadanie jest spoza podstawy. Jego istotą bowiem nie jest znajomość przedstawionych zagadnień, a umiejętność powiązania tekstu z odpowiadającym mu wykresem.

Zgodnie z przedstawionym opisem, uczeń powinien odszukać wykres, na którym wartość siły tarcia rośnie wraz ze wzrostem siły zewnętrznej (co ogranicza wybór do wykresów B i D), a następnie wybrać wykres obrazujący spadek siły tarcia po ruszeniu ciała z miejsca (wykres B).

W przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów badaniu poprawną odpowiedź wybrało wprawdzie zaledwie 1/3 uczniów, ale wybór ten był silnie skorelowany z ogólnym wynikiem ucznia z całego wykorzystanego w badaniu testu.

Zadanie raczej nie nadaje się na pracę kontrolną ze względu na pozorną niezgodność z podstawą programową i związaną z tym możliwą negatywną reakcją uczniów. Nadaje się natomiast bardzo dobrze na inspirujące ćwiczenie w czasie lekcji.

Słowa kluczowe

równowaga sił | siła | tarcie

Załamany promień

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

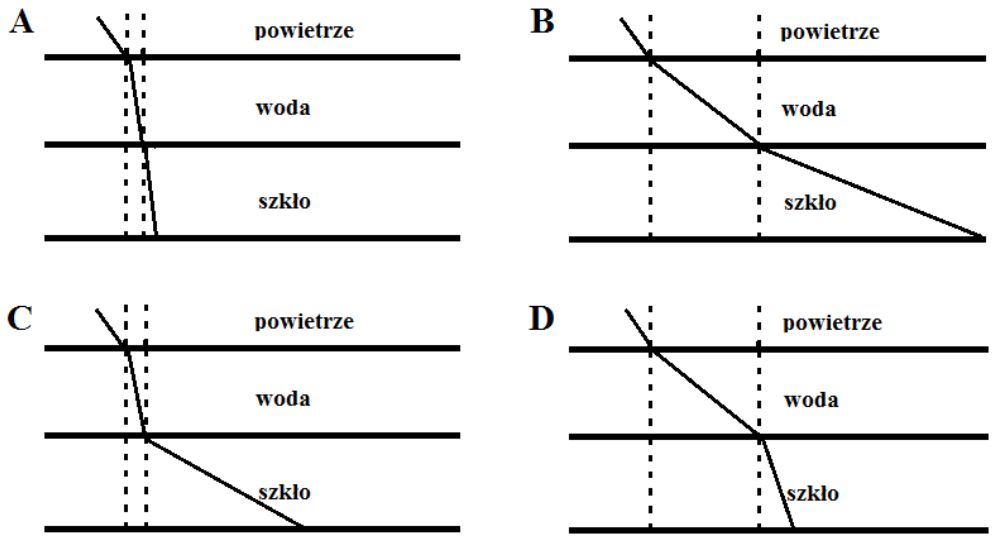
Natalia znalazła w podręczniku następujące informacje:

I. Gdy światło przechodzi z ośrodka, w którym porusza się z **większą** prędkością do ośrodka, w którym porusza się z **mniejszą** prędkością, kąt załamania jest **mniejszy** od kąta padania.

II. Przykładowe wartości prędkości światła w różnych ośrodkach:

szkło	200 000 km/s
woda	225 000 km/s
powietrze	300 000 km/s

Korzystając z powyższych informacji wybierz rysunek, który prawidłowo przedstawia załamanie promieni przechodzących z powietrza do wody, a następnie do szkła.



Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A.

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.5. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
9.11. Wymagania doświadczalne. Uczeń demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo)

Komentarz

Zadanie wymaga umiejętności wnioskowania, ale i pewnej wiedzy. Dane przedstawione w zadaniu pozwalają bowiem powiązać wartości z tabelki z informacją o kierunku załamania i na tej podstawie wybrać prawidłowy rysunek. Jednak, aby móc dokonać takiej analizy, uczeń musi znać pojęcia „kąt podania" i „kąt załamania światła". Inaczej pożytek z podanych informacji będzie niewielki. Trudno tu liczyć na intuicję, gdyż przez kąt padania w optyce rozumie się kąt będący dopełnieniem kąta uznawanego za kąt padania promieni słonecznych w geografii.

Jeżeli wiemy, że zarówno kąt padania, jak i załamania, jest liczony od promienia do linii prostopadłej do powierzchni granicznej, to z podanych informacji możemy wywnioskować, że w kolejnych ośrodkach kąt załamania będzie coraz mniejszy, gdyż, jak widać, prędkość światła przy przejściu kolejno przez obie powierzchnie graniczne maleje.

W związku z tym poprawna jest odpowiedź A. Wybór odpowiedzi B może świadczyć o tym, że uczeń potrafił wydedukować, że skoro w kolejnych ośrodkach prędkość jest coraz mniejsza, to promień powinien załamywać się kolejno w tę samą stronę.

W badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów okazało się, że poprawną odpowiedź wybrało niemal dokładnie ¼ badanych, a odpowiedź B około 1/3. Wygląda na to, że problem nie polega wyłącznie na tym, że uczeń nie pamięta, który kąt jest kątem padania, a który załamania, gdyż ok. 45% uczniów wybrało odpowiedzi C i D, które świadczyłyby o tym, że prędkość światła przy jednym przejściu rośnie, a następnie maleje bądź na odwrót. Aby sprawdzić czy wyniki nie były efektem całkowicie przypadkowego wyboru podzielono badaną populację na 6 podgrup w zależności od wyników całego testu. W grupie o najwyższych wynikach prawidłową odpowiedź wskazała połowa uczniów, w grupie o najsłabszych wynikach – mniej niż 5%. Takie dane przemawiają za hipotezą, że istotna statystycznie część populacji wybierała odpowiedź świadomie, a nie przypadkowo, choć tych przypadkowych wyborów było zapewne bardzo dużo.

Słowa kluczowe

kąt padania | kąt załamania | promień świetlny

Rtęć i świetlówki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Świetlówki kompaktowe zawierają rtęć. W jednej świetlówce znajduje się około 5 mg rtęci. Z tego powodu wiele osób kwestionuje ich dopuszczalność z punktu widzenia ochrony środowiska. Zużyte świetlówki powinny być utylizowane w taki sposób, by ponownie wykorzystać zawartą w nich rtęć. Można jednak przyjąć, że wskutek niedbałości użytkowników znaczna liczba świetlówek może trafić na wysypisko śmieci. Tam też trafiają najczęściej zwykłe żarówki zawierające wolfram.

Istnieje jednak drugi aspekt tego zjawiska. W Polsce (i wielu innych krajach) energia elektryczna produkowana jest przede wszystkim w elektrowniach węglowych. Produkcja energii elektrycznej przy spalaniu węgla wiąże się nie tylko z emisją dwutlenku węgla czy tlenku siarki, lecz także innych niebezpiecznych substancji, w tym rtęci. Można przyjąć, że wyprodukowanie w elektrowni węglowej 1 kWh energii elektrycznej wiąże się z emisją co najmniej 0,01 mg rtęci. Świetlówka kompaktowa zastępująca żarówkę o mocy 100 W w całym okresie użytkowania pozwala zaoszczędzić ponad 600 kWh energii.

Wskaż, które z poniższych stwierdzeń można uznać za prawdziwe na podstawie powyższego tekstu, które – nie, a których nie da się ocenić.

Stwierdzenie	Z tekstu
1. Świetlówek nie powinno się wyrzucać na śmietnik.	☐A. wynika, że jest prawdziwe ☐B. wynika, że jest nieprawdziwe ☐C. nie da się tego jednoznacznie wywnioskować
2. Masowa wymiana żarówek na świetlówki w Polsce spowoduje zwiększenie emisji rtęci przez elektrownie węglowe.	☐A. wynika, że jest prawdziwe ☐B. wynika, że jest nieprawdziwe ☐C. nie da się tego jednoznacznie wywnioskować

☐A. wynika, że jest prawdziwe

3. Wyprodukowanie świetlówki wymaga większego zużycia energii niż wyprodukowanie żarówki.

☐B. wynika, że jest nieprawdziwe

☐C. nie da się tego jednoznacznie wywnioskować

☐A. wynika, że jest prawdziwe

4. Rtęć trafia do atmosfery także gdy nie używamy świetlówek.

☐B. wynika, że jest nieprawdziwe

☐C. nie da się tego jednoznacznie wywnioskować

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1A, 2B, 3C, 4A

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie nie wymaga praktycznie żadnej wiedzy szkolnej, wymaga za to bardzo ścisłego myślenia i logicznego wnioskowania.

Pierwsze stwierdzenie wynika z tekstu w sposób dość oczywisty. W tekście mamy nie tylko informację o tym, że świetlówki powinny być utylizowane w celu odzyskania rtęci, ale również że, niestety, część z niech trafia na śmietnik. Ta druga uwaga dodatkowo wzmacnia, wynikającą już z poprzednich zdań, konieczność utylizacji świetlówek zamiast ich wyrzucania na śmietnik.

Drugie stwierdzenie wymaga dużej uwagi przy ocenie. W tekście bowiem jest co nieco na temat elektrowni węglowych i emitowaniu przez nie rtęci, ale zawarte tam informacje wyraźnie wskazują, że jest wręcz odwrotnie niż głosi analizowane stwierdzenie. Wymiana tradycyjnych żarówek na świetlówki zmniejszy bowiem zużycie energii, a co za tym idzie –również emisję rtęci przez elektrownie.

Stwierdzenie trzecie jest być może prawdziwe, ale nie da się tego wywnioskować z przytoczonego tekstu, gdyż nic w nim nie ma o energochłonności procesu produkcji. Jest za to informacja o różnicy w energochłonności obu typów żarówek w czasie pracy. Trzeba tu dużej koncentracji, aby się nie pomylić.

Prawdziwość ostatniego stwierdzenie wynika z podanej w tekście informacji, że elektrownie węglowe emitują rtęć. Nietrudno zauważyć, że dzieje się to niezależnie od faktu, czy odbiorcą wyprodukowanej energii jest świetlówka, czy żarówka tradycyjna.

W przeprowadzonym wśród uczniów liceów badaniu zadanie okazało się bardzo trudne. Poprawnych odpowiedzi wierszach dla wszystkich czterech stwierdzeń udzieliło zaledwie 16% uczniów. Jedynie

ocena pierwszego z nich nie sprawiła uczniom problemu – poprawną ocenę wybrało aż 84% uczniów. Każde z pozostałych trzech stwierdzeń poprawnie oceniła jedna trzecia uczniów.

Być może dodatkowym problemem była długość tekstu i samego zadania. Zadanie nie nadaje się na pracę klasową, ale dobrze nadaje się do ćwiczenia logicznego wnioskowania, zwłaszcza w ramach lekcji związanej z ochroną środowiska. Rzeczą bowiem niezwykle ważną jest kształcenie w społeczeństwie umiejętności rzeczowej oceny tekstów i stwierdzeń.

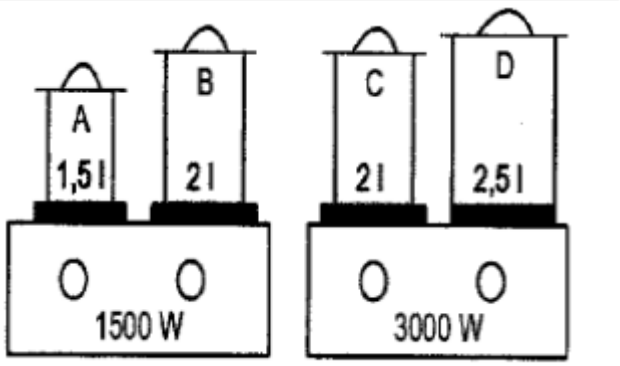
Słowa kluczowe

ochrona środowiska | rtęć | świetlówka | utylizacja

Gotowanie

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Podczas wyjazdu klasy na wycieczkę, Asia z Tomkiem zaoferowali, się że przygotują dla wszystkich pierogi na obiad. W kuchni do dyspozycji mieli dwie dwupalnikowe kuchenki elektryczne. W pierwszej każdy uruchomiony palnik dostarcza ciepło ze stałą mocą 1500 W, w drugiej zaś 3000 W. Tomek napełnił wodą cztery garnki. Do pierwszego garnka wlał 1,5 litra wody, do dwóch kolejnych po dwa litry, a do największego 2,5 litra. Napełnione garnki postawili na kuchenkach, tak ja na rysunku niżej, przykryli pokrywkami i jednocześnie włączyli wszystkie cztery palniki. W jakiej kolejności zawrze woda w garnkach przy założeniu, że w każdym przypadku sprawność procesu gotowania jest taka sama?



Kolejno będą to:

☐A. C, D, A, B

☐B. A, B, C, D

☐C. A, C, B, D

☐D. C, A, D, B

☐E. C, B, D, A

☐F. A, D, B, C

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.2. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy
2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
2.10. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie posiadanej wiedzy z fizyki oraz przedstawionych w treści zadania informacji. Dotyczy przemiany energii elektrycznej w cieplną.

Energia elektryczna w palniku jest zamieniana na energię cieplną i przekazywana wodzie. Na skutek otrzymania energii woda w garnkach ogrzewa się i jej temperatura wzrasta do 100°C, w której to temperaturze zaczyna wrzeć.

Do poprawnego rozwiązania można dojść na 2 sposoby:

1. Porównując palniki widzimy, że drugi ma 2 razy większą moc od pierwszego, czyli w jednostce czasu dostarcza dwa razy więcej energii niż pierwszy. Zatem w tym samym czasie drugi palnik zagotuje dwa razy więcej wody niż pierwszy. Przykładowo 2 litry wody na drugim palniku zagotują się w tym samym czasie, co 1 litr wody na pierwszym. Analogicznie 2,5 litra na drugim w tym samym czasie co 1,25 na pierwszym. Stąd wniosek, że kolejność będzie wyglądała następująco: 2 i 2,5 litra na palniku o większej mocy i 1,5 i 2 litry na palniku o mniejszej mocy, czyli C D A B (odpowiedź A)

2. Czas potrzebny na zagotowanie wody jest proporcjonalny do masy wody (im większa masa tym dłuższy czas gotowania) i odwrotnie proporcjonalny do mocy palnika (im większa moc, tym szybciej woda się zagotuje). Zatem o szybkości gotowania będzie decydować współczynnik: (masa wody/moc palnika). Czas gotowania jest mniejszy dla mniejszej wartości tego współczynnika. Prześledźmy wartości tych współczynników dla wszystkich czterech garnków: A (=); B (=); C; D . Ustawiając je od najmniejszego do największego (w kolejności wzrastającej) otrzymujemy: C D A B co daje odpowiedź A.

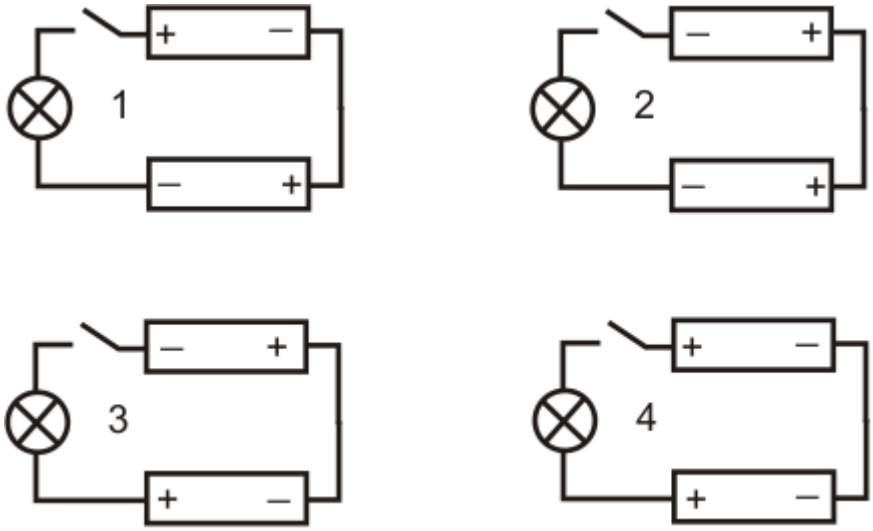
Zadanie wykorzystano w badaniu pilotażowym wśród absolwentów gimnazjum. Prawidłowa odpowiedź A była najczęściej wybierana, 38% uczestników dokonywała poprawnego wyboru. Analizując inne wybory badanych uczniów widać, że zdecydowanie najrzadziej były wybierane odpowiedzi wskazująca na szybsze gotowanie na palniku o mniejszej mocy. Kiedy prześledzimy dwa takie same pojemniki B i C na dwóch różnych palnikach to kolejność gotowania dla tych dwóch garnków będzie: najpierw B a potem C i odpowiedzi z odwrotną kolejnością (odpowiedzi B oraz F) można od razu odrzucić. I tak właśnie zrobiła większość uczniów. Jedynie odpowiednio 1% i 9% uczestników badania wybrało odpowiedzi B i F. Można optymistycznie przypuszczać, że logiczne myślenie nie zawodzi absolwentów gimnazjum.

Słowa kluczowe

Baterie w latarce

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Michał dostał na gwiazdkę nową latarkę. Żarówka latarki jest w niej zasilana dwiema bateriami AA (popularny „paluszek"). Ponieważ producent zapomniał zaznaczyć, jak włożyć baterie, aby latarka działała, Michał wypróbował wszystkie możliwości, co pokazano na rysunkach poniżej.



Zaznacz te ułożenia, które powodują, że latarka działa poprawnie.

Ułożenie numer	Czy latarka działa poprawnie?
1	☐ Tak / ☐Nie
2	☐ Tak / ☐Nie
3	☐ Tak / ☐Nie
4	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.Tak., 2.Nie., 3.Tak., 4.Nie.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.12. Elektryczność. Uczeń buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy

Komentarz

Zadanie bada umiejętności praktyczne absolwentów gimnazjum, a w szczególności sprawdza, czy radzą sobie w realnych sytuacjach wymagających wiedzy z fizyki.

W dobie powszechnego używania urządzeń elektrycznych zasilanych bateriami każdy człowiek powinien umieć wymienić baterie, kiedy zajdzie potrzeba. Zazwyczaj producent podpowiada, jak należy włożyć baterie, ale jeśli się zdarzy, że nie jest to zaznaczone, to trzeba samemu wydedukować prawidłowe podłączenie na podstawie wiadomości z fizyki. Można to również skutecznie zrobić metodą prób i błędów ale w tym wypadku niepotrzebna jest żadna wiedza.

W przedstawionym zadaniu dla optymalnej pracy latarki wskazane przez producenta baterie należy podłączyć szeregowo, aby ich napięcia się sumowały. Na rysunkach jedynie schematy 1 i 3 przedstawiają poprawne połączenia szeregowe, czyli odpowiednio biegun dodatni jednej baterii połączony z biegunem ujemnym drugiej baterii. W ułożeniach 2 i 4 baterie połączone są nieprawidłowo. Ich napięcia redukują się, zatem sumaryczne napięcie wynosi 0.

Wyniki badań pilotażowych przeprowadzonych wśród uczniów pierwszych klas liceum ogólnokształcącego wskazują na nie za dobre zrozumienie zagadnienia przez absolwentów gimnazjum. Chociaż większość, 66% badanych poprawnie zrobiło wszystkie cztery punkty zadania, to jednak pozostałych 34% nie zrozumiało problemu poruszanego w zadaniu. Prawidłowe odpowiedzi w punktach 1 i 3 poprawnie wskazało po odpowiednio 81% i 87 % spośród wszystkich uczniów biorących udział w badaniu. Natomiast punkty 2 i 4 jako nieprawidłowe wytypowało 94% i 87% badanych.

Wynik jest zaledwie zadowalający, chociaż można było się spodziewać lepszego rezultatu, gdyż było to, obiektywnie rzecz ujmując, bardzo łatwe zadanie. Zatem, wskazane byłoby poćwiczenie z gimnazjalistami zagadnień dotyczących prądu elektrycznego, bo to jest dział fizyki, który sprawia uczniom dużo problemów.

Słowa kluczowe

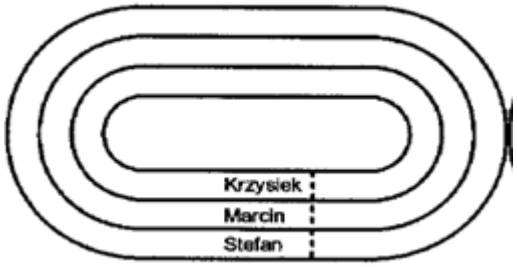
bateria | prąd elektryczny

Na bieżni

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Krzysiek, Marcin i Stefan postanowili poćwiczyć bieganie. Poszli na pobliski stadion i ustawili się na linii startu na odpowiednich torach (na rysunku linia przerywana). Następnie poprosili przyglądającego się im Maćka by zmierzył czasy, w jakich każdy z nich pokona jedno okrążenie. By nie przeszkadzać sobie w biegu ustalili, że będą biegli cały czas po swoich torach, mimo że nie były one identycznej długości.

Wyniki były następujące: Stefan przybiegł jako pierwszy (1 min i 3 s), a następnie równocześnie Krzysiek i Marcin (czas 1 min i 5 s).



Zaznacz, które ze stwierdzeń jest prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenia	Prawda czy fałsz?
1. Stefan jest najszybszy z całej trójki.	☐Prawda / ☐ Fałsz
2. Krzysiek jest najwolniejszy z całej trójki	☐Prawda / ☐ Fałsz
3. Marcin jest tak samo szybki, jak Krzysiek	☐Prawda / ☐ Fałsz
4. Nie można stwierdzić, który z chłopców jest najszybszy.	☐Prawda / ☐ Fałsz
5. Nie można stwierdzić, który z chłopców jest najwolniejszy.	☐Prawda / ☐ Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.Prawda., 2.Prawda., 3.Fałsz., 4.Fałsz., 5.Fałsz.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie wymaga uważnej analizy aż pięciu stwierdzeń, co samo w sobie może być czynnikiem zniechęcającym do podjęcia jego rozwiązania. Co najważniejsze jednak – nie wymaga ono w zasadzie żadnej wiedzy, gdyż wszystkie stwierdzenia odwołują się do intuicyjnego pojęcia szybkości średniej: „szybszy jest ten, kto pokona tę samą trasę pierwszy, lub kto w tym samym czasie przebiegnie większy dystans".

Określenie pierwszego stwierdzenia jako prawdy jest możliwe po zauważeniu, że Stefan przybiegł do mety pierwszy, pomimo że miał najdłuższą drogę do pokonania. Zatem wygrałby zawody również wówczas, gdyby tory były równej długości.

Prawdziwość drugiego stwierdzenia wynika z faktu, iż choć tor Krzyśka był najkrótszy, to nie udało mu się wyprzedzić żadnego z kolegów. Gdyby zatem jego tor był równie długi, jak tory pozostałych chłopców – finiszowałby niewątpliwie ostatni.

Fałsz trzeciego stwierdzenia wynika z następującego rozumowania: obaj biegli tak samo długo, ale tor ruchu Marcina był dłuższy, zatem w tym samym czasie przebiegł on większą odległość, jest zatem szybszy.

Stwierdzenia czwarte jest fałszywe gdyż prawdziwe jest pierwsze, podobnie stwierdzenia piąte jest fałszywe, gdyż prawdziwe jest drugie. Warto też zauważyć, że fałszywość trzeciego również wynika z prawdziwości drugiego.

Zadanie warto wykorzystać na sprawdzianie podsumowującym naukę o ruchu lub jako wprowadzenie do nauki ruchu. W tej drugiej sytuacji wyniki mogą być ciekawą inspiracją do dyskusji w klasie.

Słowa kluczowe

czas | droga | szybkość

W lustrzanym odbiciu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Adam wszedł do sklepu ubrany w swoją ulubioną koszulkę.

Na rysunku obok pokazano obraz koszulki, jaki zobaczył Adam w zwykłym, sklepowym lustrze. W sklepie, w którym się znajdował, były też duże, okrągłe, wypukła lustra, w których obsługa sklepu mogła widzieć, co robią kupujący.

Na którym z dolnych obrazków prawidłowo pokazano obraz, jaki zobaczy Adam w takim wypukłym lustrze?

☐A **☐B** **☐C** **☐D**

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

7.3. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia/ opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbicu od powierzchni chropowatej
7.4. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej, rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez zwierciadła wklęsłe

Komentarz

Zadaniem ucznia jest przewidzenie obrazu, jaki Adam zobaczy w lustrze wypukłym, na podstawie obrazu tego samego obiektu, jaki powstaje w lustrze płaskim. Zadanie dotyczy problemu bliskiego uczniom, ale nie opisanego wprost w podstawie programowej, gdyż jest w niej mowa jedynie o zwierciadłach płaskich i wklęsłych.

Zadanie można rozwiązać przynajmniej na dwa sposoby

a) Teoretycznie - do rozwiązania zadania wystarczy sama wiedza: lustra wypukłe dają obraz pomniejszony, prosty, pozorny, a lustra płaskie – rzeczywistej wielkości, prosty, pozorny. Oba obrazy będą się więc różnić jedynie rozmiarem – obraz z lustra wypukłego będzie mniejszy. Nietrudno przewidzieć, że wiedza tego rodzaju, nawet jeżeli zostanie nabyta w trakcie szkolnej nauki – raczej nie będzie trwała. Szczególna trudność zadania polega również m.in. na tym, że o tę wiedzę pytamy nie wprost. Sama znajomość przyporządkowanych do danego rodzaju lustra określeń nie wystarczy. Trzeba jeszcze rozumieć co te hasła znaczą.

b) Z obserwacji porównawczej, jak wygląda taki obraz w bardzo dziś rozpowszechnionych lustrach sklepowych i drogowych w stosunku do obrazu zwykłym lustrze płaskim. Takie doświadczenie powinno skutkować rozumowaniem: w lustrze widzę siebie „normalnie” – a nie do góry nogami, w lustrze sklepowym czy drogowym też. Takie rozumowanie powinno eliminować odpowiedzi C i D. Wybór między A i B jest trudniejszy, gdyż z racji symetrii naszego ciała nie zwracamy za bardzo uwagi na fakt, czy dane lustro obraca obraz w poziomie.

Dla ponad stuosobowej grupy uczniów klas 1 szkół ponadgimnazjalnych, na których przeprowadzono badanie, zadanie okazało się bardzo trudne. Zaledwie 15% badanych uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi, przy czym z dużym prawdopodobieństwem były to wybory przypadkowe (całkowity brak korelacji między wykonaniem tego zadania o ogólnym wynikiem ucznia z testu).

Zdecydowanie największym powodzeniem cieszyła się odpowiedź A. Wybrało ją aż 54% uczniów. Wybór taki najprawdopodobniej wynikał z prostego skojarzenia: lustro odwraca obraz, więc powinien wyglądać odwrotnie niż na górnym rysunku.

Uczniowie prawdopodobnie nie wzięli pod uwagę ani faktu, że górny obraz nie jest widokiem koszulki, tylko jej obrazem w lustrze, ani faktu, że oba lustra dają obraz prosty, a nie odwrócony.

Warto tu podkreślić, że zupełnie czym innym jest odwrócenie obrazu (zachodzące w określonych sytuacjach w sferycznych lustrach wklęsłych), a czym innym to co potocznie nazywamy „lustrzanym odbiciem”. Oba efekty są często mylone przez uczniów.

W pierwszym przypadku dochodzi do faktycznego obrócenia obrazu zarówno w poziomie jak i w pionie, w drugim – nie ma takiego efektu ani w pionie, ani w poziomie. Aby zrozumieć, na czym polega efekt tzw. lustrzanego odbicia, trzeba obejrzeć w lustrze np. dowolny napis wykonany na przezroczystym tle (np. folii) trzymanym tak, aby widać było zarówno sam napis jak i jego odbicie. Można wówczas zrozumieć, że przyczyną efektu jest oglądanie napisu niejako od tyłu, a nie od strony zwróconej w kierunku lustra.

Z uwagi na fakt, iż zadanie nieznacznie wykracza poza podstawę programową, nie należy go wykorzystywać w pracach pisemnych. Znakomicie nadaje się natomiast na lekcję podsumowującą naukę optyki – jako ciekawe rozszerzenie wiedzy i odniesienie do rzeczywistości. Dodatkową wartością może być wykonanie opisanego wyżej doświadczenia z wyciętą z kartonu literą lub pokazaną w zadaniu błyskawicą z koszulki.

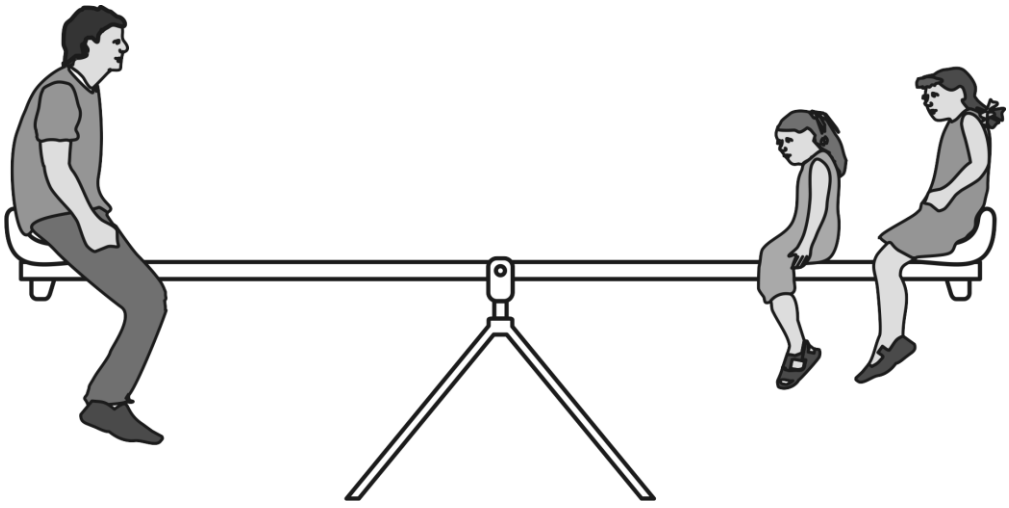
Słowa kluczowe

obraz pozorny | optyka | zwierciadło

Huśtawka

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Podczas niedzielnego wyjścia do parku Ania namówiła tatę, aby pobawił się na huśtawce razem z nią i jej koleżanką Basią. W trakcie zabawy tacie i dziewczynkom udało się usadowić na huśtawce tak, aby była ona w równowadze (patrz rys poniżej).



Zaznacz, które z niżej wymienionych stwierdzeń można wysnuć wyłącznie na podstawie obserwacji sytuacji pokazanej na rysunku.

Stwierdzenia	tak czy nie?
1. Tata jest cięższy od Basi.	☐tak / ☐nie
2. Ania waży nieco więcej niż Basia.	☐tak / ☐nie
3. Ania i Basia ważą razem nieco więcej niż tata.	☐tak / ☐nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.Tak., 2.Nie., 3.Tak.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.11. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wykorzystania wiedzy z fizyki w konkretnej sytuacji życiowej. Huśtawka jest typowym przykładem dźwigni dwustronnej i zasady pracy tej dźwigni mają praktyczne zastosowanie w trakcie zabawy na huśtawce.

Przeanalizujmy rysunek do zadania, opierając się na prawie równowagi dźwigni dwustronnej. Na podstawie analizy tekstu wnioskujemy, ze wszystkie trzy osoby metodą prób i błędów wybrały dla siebie takie miejsca, aby huśtawka z ludźmi przyjęła pozycję poziomą i pozostała w równowadze. Zatem na podstawie prawa równowagi dźwigni, iloczyny działających po obu stronach sił i ich ramion są równe. W tym wypadku siłami są ciężary osób siedzących na huśtawce, a ramionami są odległości tych osób od środka huśtawki (od osi obrotu dźwigni). Tata siedzi po jednej stronie huśtawki, a dwie dziewczynki po jej drugiej stronie, przy czym odległość taty od środka huśtawki jest taka sama jak odległość jednej z dziewczynek i trochę większa niż odległość drugiej dziewczynki od środka huśtawki. Tato swoim ciężarem z jednej strony dźwigni równoważy ciężary obu dziewczynek po drugiej stronie. Zatem ciężar taty musi być większy od ciężaru którejkolwiek z dziewczynek, zarówno Ani jak i Basi. Prawdziwe stwierdzenie nr 1. Gdyby dziewczynki razem ważyły dokładnie tyle samo, co tata, to obydwie musiałyby siedzieć na samym końcu (w tej samej odległości od środka huśtawki co tata). Można zauważyć, że jedna z dziewczynek znajduje się na końcu, ale druga trochę bliżej środka huśtawki. Zatem dziewczynki razem ważą więcej niż tata. Wskazuje to na prawdziwość stwierdzenia 3.

Nie można natomiast na podstawie podanych informacji, ani tekstowych ani graficznych, zdecydowanie ocenić, która z dziewczynek, Ania czy Basia, waży więcej. Z rysunku widać, że jedna z dziewczynek jest większa (a zatem cięższa) od drugiej, jednakże nie wiemy czy to jest Ania czy Basia. Nieprawdziwe jest zatem stwierdzenie 2.

Zadanie wykorzystano w badaniu przeprowadzonym w pierwszych klasach liceum ogólnokształcącego. Około 31% uczestników badania rozwiązało całe zadanie poprawnie. Najwięcej problemów sprawił

punkt 3. Jedynie niecałe 39% badanych licealistów prawidłowo wywnioskowało, że suma ciężarów obu dziewczynek jest większa od ciężaru taty. Widać, że absolwenci gimnazjum nie rozumieją w pełni zasad działania prostych urządzeń mechanicznych, do których zalicza się dźwignia dwustronna. Pozostałe dwa stwierdzenia raczej nie sprawiły licealistom większych problemów. Prawidłowo zostały rozwiązane przez odpowiednio 93% i 80% uczestników badania.

Zadanie jest bardzo dobrym przykładem z życia, obrazującym zasadę działania dźwigni. Jednak wyniki uzyskane przez młodych ludzi pokazały, że dla wielu z nich ta zasada nie jest oczywista. Warto, aby nauczyciel po omówieniu tego zadania poświęcił jeszcze trochę czasu na dyskusję i przeanalizowanie z uczniami kilku innych przykładów dźwigni, takich jak waga szalkowa, nożyczki czy taczka. Nawet nasza ręka działa na zasadzie dźwigni. Chwytamy przedmiot w dłonie i podnosimy w górę dzięki umiejętności zginania ręki w łokciu.. Uczniowie sami mogą szukać w otoczeniu przykładów dźwigni (inne części ciała ludzkiego, elementy prostych urządzeń kuchennych jak otwieracze do konserw, słoików, itp.). Można pozwolić im budować dźwignię z linijki i gumki jako wspornika lub pozwolić na ich własne inwencje twórcze.

Słowa kluczowe

dźwignia dwustronna | równowaga sił | siła

Unoszący się balon

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Podczas zawodów balonowych uczestnicy mieli pokonać trasę Toruń-Warszawa. Mirek z kolegami obserwował balony przelatujące nad ich miejscowością. W pewnej chwili zadał pytanie: **„A dlaczego balon unosi się w powietrzu i nie spada?”.**

Które z poniższych stwierdzeń podanych przez kolegów Mirka są poprawną odpowiedzią na zadane pytanie?

Stwierdzenia	Tak czy Nie?
1. Stefan: „Gęstość gazu wypełniającego balon jest mniejsza od gęstości powietrza”.	☐Tak / ☐ Nie
2. Jacek: „Gęstość wiklinowego kosza, w którym siedzą pasażerowie balonu, jest większa od gęstości powietrza”.	☐Tak / ☐Nie
3. Kamil: „Gęstość powietrza maleje wraz ze wzrostem wysokości”.	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

T, N, T

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność analizowania i wyjaśniania zjawisk fizycznych zachodzących w otaczającym nas świecie oraz wyciągania wniosków z rezultatów tych zjawisk w oparciu o znane prawa fizyki.

Wszyscy doskonale zdajemy sobie sprawę z przyciągania ziemskiego, doświadczamy tego na co dzień. Chodzimy, poruszamy się po powierzchni Ziemi, trudno nam unieść się nad ziemię - jesteśmy w stanie podskoczyć zaledwie na kilkadziesiąt centymetrów w górę.

Powietrze również jest przyciągane przez ogromną masę, jaką jest Ziemia i dlatego gromadzi się wokół Ziemi, tworząc wielokilometrową warstwę atmosfery.

Siła oddziaływania grawitacyjnego Ziemi, działająca na każdą masę znajdującą się w zasięgu jej działania jest tym większa, im bliżej środka Ziemi znajduje się ta masa, czyli cząsteczki gazów w atmosferze bliżej powierzchni Ziemi są przyciągane z większą siłą niż cząsteczki gazów znajdujących się w górnych warstwach atmosfery. Zatem cięższe gazy atmosfery opadają najniżej, a lżejsze ‘trzymają się’ wyżej. Gęstość atmosfery jest największa tuż przy powierzchni ziemi (jest tam więcej cząsteczek niż w górnych warstwach) i zmniejsza się znacznie wraz z wysokością. Prawdziwe stwierdzenie Kamila nr 3.

Przeanalizujmy siły, które działają na balon w czasie jego lotu w powietrzu: w dół ściąga go siła grawitacji, a w górę pcha go siła wyporu powietrza. Aby balon mógł poruszać się w górę, co ma miejsce w początkowej fazie lotu, działająca na niego wypadkowa siła musi być skierowana do góry. Stąd wniosek, że siła wyporu powietrza musi być większa od siły grawitacji. Później, kiedy balon nabierze już wysokości i będzie utrzymywać się na tym samym poziomie, siły te będą się równoważą. Zatem, aby w ogóle był możliwy ruch balonu w górę, siła wyporu powinna być większa od siły grawitacji ziemskiej. Jest to możliwe tylko wtedy, kiedy gęstość całego układu (balon z powietrzem wraz z koszem z ludźmi) jest mniejsza od gęstości powietrza otaczającego balon. Chociaż gęstość kosza razem z ludźmi jest oczywiście większa od gęstości powietrza, jednak gęstość samego gazu w balonie jest na tyle mała, że w rezultacie średnia gęstość całego układu jest mniejsza od gęstości powietrza i balon jest w stanie unosić się w powietrzu. Wskazuje to na prawdziwość stwierdzenia 1.

Jacek w stwierdzeniu 2 wysunął przypuszczenie, że gęstość przyczepionego do balonu koszyka wraz z pasażerami jest większa od gęstości powietrza. Wnioskowanie to jest całkowicie słuszne, jednak nie jest ono odpowiedzią na pytanie „Dlaczego balon unosi się w powietrzu?”.

Zadanie zostało wykorzystane w badaniu pilotażowym przeprowadzonym wśród uczniów klas pierwszych liceów ogólnokształcących. Około 46 % spośród wszystkich badanych rozwiązało całe zadanie prawidłowo. Pierwsze dwa stwierdzenia okazały się dla uczniów łatwe. Poprawnie wybrało odpowiedzi odpowiednio 84% i 87% badanych. Zdecydowanie trudniejsze było stwierdzenie 3 o

zmniejszaniu się gęstości atmosfery z wysokością. Zaledwie 56% uczniów biorących udział w badaniu zakreśliło prawidłową odpowiedź.

Słowa kluczowe

ciśnienie | gęstość

Pływająca plastelina

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Mateusz przeprowadził następujące doświadczenie: wykonał z plasteliny kulkę i płaski krążek. Nalał wody do szklanki i umieścił kulkę i krążek na powierzchni wody. Okazało się, że kulka zatonęła, a krążek pływał na powierzchni wody.

(Pomysł doświadczenia inspirowany książką „Wielkie odkrywanie świata. Powietrze i woda.” Wydawnictwo Zielona Sowa)

Co stanie się, gdy wepchniemy palcem krążek pod powierzchnię wody?

☐A. Wypłynie na powierzchnię.

☐B. Zatonie.

☐C. Będzie pływać na głębokości, na którą został zanurzony.

☐D. Będzie na przemian wypływał na powierzchnię i tonął.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

3.5. Właściwości materii. Uczeń opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie
3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z przeprowadzanych doświadczeń w oparciu o znane prawa fizyki. Trzeba odpowiedzieć na pytanie, dlaczego jedne ciała toną, a inne pływają na powierzchni cieczy i to nawet wtedy, kiedy są wykonane z tego samego materiału. Generalnie, znając prawo spadku swobodnego, wiemy, że wszystkie bez wyjątku ciała obdarzone masą spadają na Ziemię

pod wpływem siły grawitacji, działającej pionowo w dół, do środka Ziemi. Ruch w dół może jedynie powstrzymać jakaś siła działająca w przeciwnym kierunku, w górę. Taką siłą może być siła wyporu występująca w cieczy lub gazie. Wartość siły wyporu może być na tyle duża, że zrównoważy siłę grawitacji i wtedy ciało pływa w wodzie lub unosi się w powietrzu, ale również może być za mała i wtedy ciało tonie. Taką siłą jest też siła napięcia powierzchniowego, która przeciwdziałając sile grawitacji, może utrzymać na powierzchni cieczy bardzo lekkie przedmioty, jak małą monetę lub szpilkę. Obiekty te całkowicie 'leżą' na wodzie (tak, jakby leżały na stole), nie zanurzają się nawet najmniejszą swoją częścią w wodzie.

W zadaniu mamy do czynienia z dwoma przedmiotami wykonanymi z plasteliny. Jeden tonie, a drugi utrzymuje się na powierzchni. Dlaczego tak się dzieje? Decydująca jest tutaj różnica w kształtach: jeden kawałek jest kulką, a drugi płaskim krążkiem. Krążek ma dużo większą powierzchnię styku z wodą niż kulka. Taki sam ciężar rozłożony jest na większej powierzchni. Na 1 mm^2 powierzchni krążka przypada stosunkowo mały ciężar. Siła napięcia powierzchniowego wody jest w stanie zrównoważyć tę małą siłę i utrzymać krążek na powierzchni. Jest to jednak równowaga nietrwała. Przy najmniejszych nawet zaburzeniach, kiedy lekko wepchniemy krążek pod powierzchnię wody, natychmiast opadnie on na dno, utonie (odpowiedź B).

Zadanie może zainspirować uczniów do przeprowadzenia prostych doświadczeń obrazujących napięcie powierzchniowe, nie potrzeba przy tym żadnych skomplikowanych pomocy naukowych. Wystarczy zgromadzić kilka lekkich przedmiotów (spinacze biurowe, małe monety) i próbować je kłaść na powierzchni wody. Można też wykorzystać inne ciecze i ich mieszanki, oprócz czystej wody, wodę z domieszką soli, cukru, różne rodzaje oleju, ciekłej parafiny. Delikatnie układając na ich powierzchni lekkie przedmioty, można w ten sposób spróbować porównać siły napięcia powierzchniowego czystej wody i innych cieczy.

Słowa kluczowe

gęstość | napięcie powierzchniowe | siła wyporu

Prędkość średnia i chwilowa

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Maciek wybiera się w czerwcu w podróż do Madrytu. Dowiedział się, że lot z Warszawy trwa 4 h. Znalazł też informację, że startujący samolot rozpędza się, wznosząc jednocześnie stopniowo na wysokość kilku kilometrów, gdzie opór powietrza jest dużo mniejszy, dalej leci ze stałą prędkością 700 km/h, po czym pod koniec lotu zwalnia, schodząc do lądowania.

(1) Oznacza to, że lecąc z Warszawy do Madrytu samolot pokonuje odległość

☐ A. nieco większą niż 2800 km,

☐B. nieco mniejszą niż 2800 km,

(2) a prędkość średnia na całej trasie (łącznie ze startem i lądowaniem) jest

☐ A. nieco większa niż 700 km/h.

☐ B. nieco mniejsza niż 700 km/h.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1–B, 2–B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym

Komentarz

Zadanie jest tak przygotowane, aby sprawdzić intuicyjne wyczucie pojęć prędkości chwilowej i prędkości średniej w ruchu prostoliniowym. Do rozwiązania zadania potrzebna jest następująca – dość elementarna – wiedza:

1. Odległość przebyta w ruchu prostoliniowym jednostajnym jest równa iloczynowi prędkości i czasu jej pokonania.
2. Prędkość średnia w ruchu prostoliniowym niejednostajnym jest ilorazem przebytej odległości i czasu jej pokonania.

Wydaje się to dosyć skomplikowane, ale w bardzo praktycznym kontekście tego zadania jest to wiedza niemal intuicyjna.

Z punktu 1 wynika, że GDYBY samolot cały czas leciał z prędkością 700 km/h – pokonałby w ciągu czterech godzin odległość 2800 km. Skoro zaś część drogi przebył, rozpędzając się i hamując (czyli z mniejszą prędkością niż przelotowa), to pokonana odległość musi być mniejsza od tych 2800 km. Tylko „nieco” mniejsza – gdyż start i lądowanie trwają łącznie znacznie krócej niż czas lotu równy 4 h.

Z punktu 2 natomiast można wywnioskować, że przy nieco mniejszej niż 2800 km odległości średnia prędkość będzie mniejsza niż 700 km/h.

Zadanie może być ciekawym wstępem do dyskusji o prędkości średniej i chwilowej. Dyskusję można rozpocząć szybkim quizem. Nauczyciel podaje kilka przykładów ruchu znanego młodym ludziom z życia codziennego, np. samochód, autobus czy też tramwaj rusza z miejsca, rozpędza się, jedzie mniej więcej ze stałą prędkością i hamuje przed czerwonym światłem. Można dodatkowo przedstawić sytuacje, kiedy ruch jest w jakiś sposób zakłócony, gdy zdarzy się coś niespodziewanego: policjant z radarem zatrzymuje samochód, kierowca gwałtownie hamuje, kiedy nagle zauważa przeszkodę na drodze, itp. Forma przedstawienia tych sytuacji może być urozmaicona: nauczyciel może je wyświetlić na komputerze, opisać słownie lub przedstawić w postaci graficznej na tablicy. Po każdym przykładzie uczniowie mają zdecydować, czy chodzi o prędkość chwilową czy średnią i mogą na przykład zapisać odpowiedzi na anonimowych kartkach. Odsetek poprawnych odpowiedzi będzie ważnym sygnałem dla nauczyciela, na jakim poziomie intuicyjnego rozumienia pojęć prędkości są jego uczniowie.

Słowa kluczowe

prędkość chwilowa | prędkość średnia | ruch niejednostajny

Gęstość skały

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Podczas wycieczki w góry Mirek podziwiał ciekawe formacje skalne. Szczególną uwagę zwrócił na ogromny kamienny blok, którego kształt był zbliżony do prostopadłościanu. Określił w przybliżeniu długość, szerokość i wysokość bloku. Zastanawiał się, co jeszcze powinien zrobić, by dowiedzieć się, ile może ważyć ten blok. Koledzy podpowiedzieli mu kilka rozwiązań.

Oceń czy dany sposób postępowania prowadzi do uzyskania informacji, wystarczających do wyznaczenia masy bloku.

Sposób	Czy prowadzi do uzyskania wystarczających informacji?
1. Wystarczy zważyć i zmierzyć prostopadłościenny odłamek tej samej skały.	☐Tak / ☐ Nie
2. Wystarczy zanurzyć w wodzie odłamek tej samej skały, by zmierzyć jego objętość.	☐Tak / ☐Nie
3. Wystarczy obliczyć objętość bloku.	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

T, N, N

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.4. Właściwości materii. Uczeń stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych
9.1. Wymagania doświadczalne. Uczeń wyznacza gęstość substancji z jakiej wykonano przedmiot w kształcie prostopadłościanu, walca lub kuli za pomocą wagi i linijki

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność planowania doświadczeń i może zostać wykorzystane jako wprowadzenie lub komentarz do obowiązkowego doświadczenia polegającego na wyznaczaniu gęstości substancji o znanej masie i znanych wymiarach. W przypadku opisanym w zadaniu sytuacja jest nieco bardziej skomplikowana niż ta, z którą uczeń spotka się na lekcji: dysponując linijką może on bowiem zmierzyć długości boków prostopadłościennego przedmiotu i wyznaczyć jego objętość. Dysponując wagą, może określić masę tego przedmiotu. Następnie, dzieląc masę przez objętość, uczeń wyznaczy gęstość badanej substancji.

Tymczasem w przypadku opisanym w zadaniu chcemy wyznaczyć masę skalnego bloku, którego nie możemy ruszyć z miejsca i zważyć. Jak wynika z treści, jesteśmy w stanie przynajmniej z grubsza

zmierzyć jego wymiary, a co za tym idzie – oszacować objętość. Aby znaleźć masę bloku, musielibyśmy w tej sytuacji znać jego gęstość. Zatem, aby rozwiązać zadanie, należy znaleźć odpowiedź na pytanie: które ze sposobów zestawionych w tabeli pozwoli nam wyznaczyć gęstość skały? Musimy przy tym pamiętać, że gęstość skały jest równa gęstości odłamka, którym dysponujemy.

Sposób pierwszy jest dokładnie tym samym sposobem, jaki uczniowie powinni poznać na lekcji. Mierząc i ważąc prostopadłościenny odłamek skały, wyznaczamy jej gęstość. Znając gęstość materiału i wymiary bloku skalnego zaobserwowanego w terenie, możemy z kolei obliczyć jego masę. Niemniej warto zauważyć, że masę skalnego bloku możemy w przypadku tej metody wyznaczyć w jeszcze inny sposób, bez obliczania gęstości skały. Wystarczy jeśli posłużymy się proporcją – obliczając, ile razy objętość skalnego bloku jest większa od objętości jego odłamka, otrzymamy liczbę, przez którą musimy pomnożyć masę odłamka, aby uzyskać masę całego bloku.

Dwie kolejne metody w żaden sposób nie doprowadzą nas ani do wyznaczenia gęstości skalnego odłamka, ani do bezpośredniego wyznaczenia masy skały. W przypadku drugiego sposobu wyznaczymy jedynie objętość odłamka. Ta informacja może nam się przydać co najwyżej do określenia, ile razy więcej waży cała skała niż badany odłamek. Bez dodatkowych danych nie możemy wyznaczyć masy skały. W przypadku trzeciego sposobu również uzyskujemy informację niekompletną: obliczamy objętość skały, ale nie znamy wartości jej gęstości, zatem nie możemy obliczyć masy.

Być może warto byłoby pozwolić uczniom dojść samodzielnie do powyższych wniosków na drodze doświadczalnej – dowolny prostopadłościenny przedmiot imitowałby wówczas odłamek opisany w zadaniu, a rolą ucznia byłoby sprawdzenie, jakie informacje uzyska, postępując według opisanych sposobów, i określenie, jakich informacji mu jeszcze brakuje, aby rozwiązać postawiony problem.

Słowa kluczowe

gęstość | masa | objętość

Kiedy wykonano pracę

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Opierając się na informacjach podanych w tabeli, zdecyduj, czy w podanych sytuacjach zachodzą opisane w nagłówkach kolumn zmiany oraz czy wykonywana jest praca.

Opis działania	Zmiana położenia	Zmiana kształtu	Czy wykonano pracę?
1.Ugniatanie palcami kulki plasteliny.	☐TAK / ☐NIE	☐TAK/☐NIE	☐TAK / ☐ NIE
2. Przesuwanie szafy po podłodze.	☐TAK / ☐NIE	☐TAK/☐NIE	☐TAK / ☐ NIE
3. Ściskanie w dłoni kamienia.	☐TAK / ☐NIE	☐TAK/☐NIE	☐TAK / ☐ NIE

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Nie, Tak, Tak;

2. Tak, Nie, Tak;

3. Nie, Nie, Nie;

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.2. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy

Komentarz

Prezentowane zadanie sprawdza rozumienie pojęcia pracy wykonanej przez zewnętrzną siłę i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Na tym etapie edukacyjnym pracę w mechanice definiuje się jako iloczyn wartości działającej siły oraz wielkości przesunięcia lub odkształcenia ciała, będącego efektem działania tejże siły. Aby rozwiązać zadanie, uczeń powinien kolejno przeanalizować opisy trzech działań zestawione w tabeli. Najpierw należy zastanowić się, czy wymienione działania spowodują przesunięcie lub odkształcenie ciała, a następnie na tej podstawie ocenić, czy działająca siła wykonała pracę.

Prawidłowej oceny pierwszego działania dokonało 52,3% uczniów. Wymagało to zauważenia, że ugniatanie palcami kulki plasteliny nie powoduje wprawdzie zmiany jej położenia, ale powoduje zmianę kształtu, a zatem jest wykonywana praca. Ogromna większość uczniów nie miała w tym przypadku wątpliwości, że kształt ugniatanej kulki się zmienia (92,3% prawidłowych odpowiedzi). Więcej problemów sprawiła jednak następna część zadania – 20,6% uczniów błędnie uznało, że w trakcie ugniatania zmienia się położenie kulki. Być może uczniowie ci mieli wątpliwości co do znaczenia terminu „położenie” w tym konkretnym przypadku i utożsamili zmianę kształtu ze zmianą położenia.

Odsetek osób, które prawidłowo oceniły drugą sytuację, wyniósł w badaniu 89,4%. W tym przypadku należało sobie uświadomić, że przesuwając szafę po podłodze zmieniamy jej położenie (94,1% prawidłowych odpowiedzi), nie powodując zmiany kształtu (również 94,1% prawidłowych odpowiedzi). Większość osób zaznaczających te odpowiedzi uznała, że w opisanej sytuacji została wykonana praca. Wysoka rozwiązywalność tej części zadania może wynikać z faktu, iż wybrany został tu klasyczny przykład, często spotykany w praktyce szkolnej w celu wyjaśnienia znaczenia pracy wykonanej przez siłę na przemieszczenie ciała.

Najbardziej kłopotliwy dla uczniów okazała się sytuacja trzecia. W tym przypadku 90% osób biorących udział w badaniu odpowiedziało prawidłowo, że ściskanie w dłoni kamienia nie spowoduje zmiany jego położenia, a 92,9% – że nie spowoduje jego odkształcenia. Niemniej problemem okazało się ustalenie, czy w tej sytuacji praca jest wykonywana, czy nie. Tylko 47,7% uczniów zaznaczyło właściwą opcję – praca nie jest wykonywana, ponieważ działająca na kamień siła nie powoduje ani jego przesunięcia ani odkształcenia. Rozwiązywalność całego wiersza wyniosła w badaniu 44,1%.

Wątpliwości wynikły zapewne z faktu, że w trakcie ściskania kamienia ręka człowieka wykonuje pewną pracę, o czym łatwo się samodzielnie przekonać. Zauważmy jednak, że w sytuacji w której wykonujemy ten sam ruch, nawet gdy nie trzymamy w dłoni żadnego przedmiotu – praca również jest wykonywana. Jednak z punktu widzenia fizyki jest to praca wykonana na zmianę kształtu dłoni, nie mająca tak naprawdę nic wspólnego z kamieniem. Czy zatem uczniowie nie zrozumieli błędnie tej części zadania, uznając, iż chodzi w tym przypadku o pracę związaną ze zmianą kształtu dłoni? Z pewnością nie, skoro większość z nich zaznaczyła, że zmiany kształtu nie ma.

Całość zadania prawidłowo rozwiązało 22,9% osób biorących udział w badaniu. Wyniki te wskazują na fakt, iż na III etapie edukacyjnym uczniowie mają problemy z rozumieniem pojęcia pracy oraz ze stosowaniem tego pojęcia w sytuacjach praktycznych. Najwyraźniej łatwiej im zastosować to pojęcie do przykładów typowo szkolnych niż do sytuacji z życia codziennego, a zatem wymagających

przeanalizowania pewnego układu fizycznego pod kątem działających w tym układzie sił oraz skutku działania tych sił.

Słowa kluczowe

praca | siła zewnętrzna

Wzór na okres wahadła

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Michał znalazł w Internecie wzór wiążący okres drgań wahadła matematycznego z jego długością: $T = 2^{\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$, gdzie T oznacza okres drgań wahadła, l – długość wahadła, g – przyspieszenie ziemskie. Następnie wybrał kilka przykładowych długości wahadła i wyliczył dla nich okres drgań, a wyniki zaokrąglone do dwóch cyfr znaczących zestawił w tabeli.

Na podstawie tekstu wskaż tabelę sporządzoną przez Michała.

I(m) 0,4 0,9 1,6
T(s) 1,4 1,9 2,9

Tabela 1.

I(m) 0,4 0,9 1,6
T(s) 1,3 1,9 2,5

Tabela 2.

I(m) 0,4 0,9 1,6
T(s) 1,3 2,2 2,5

Tabela 3.

Wyniki obliczeń Michała zostały zestawione

☐A. w tabeli 1

☐B. w tabeli 2.

☐B. w tabeli 3.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Z dotychczasowych badań przeprowadzonych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych wynika, że na III etapie edukacyjnym uczniowie mają problemy z zadaniami wymagającymi oszacowania wyniku lub podania wyniku przybliżonego. W tego typu sytuacjach część gimnazjalistów stara się obliczyć i podać wynik z jak największą dokładnością, co zazwyczaj nie jest konieczne, choćby ze względu na fakt, że często w obliczeniach posługujemy się przybliżonymi wartościami stałych fizycznych. Poza tym w większości sytuacji praktycznym podanie wyniku z dokładnością do dwóch lub trzech liczb znaczących jest wystarczające – uczeń powinien zatem opanować umiejętność zaokrąglania obliczanych wyników.

Prezentowane zadanie sprawdza na ile uczniowie opanowali umiejętność przetwarzania danych. Trudność zadania polega na tym, że należy powiązać informację podaną za pomocą wzoru z informacją w postaci tabeli. W tym przypadku chodzi o wzór opisujący zależność okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości. Uczeń powinien zadecydować, w której z trzech tabel zestawione zostały wyniki obliczeń, wykonane dla wahadła matematycznego. Aby je rozwiązać, uczeń powinien znać przybliżoną wartość liczby π oraz rząd wielkości ziemskiego przyspieszenia grawitacyjnego g. W zupełności wystarczy, jeśli uczeń przyjmie, że $\pi \approx 3{,}14$ (jako 2π może wziąć wówczas liczbę 6,3 – skoro Michał w tabeli zaokrąglił swoje wyniki do dwóch cyfr znaczących, nie ma sensu wykonywać obliczeń w większą dokładnością) oraz $g \approx 10$ m/s^2.

W celu sprawdzenia, która z tabel zawiera wyniki obliczone ze wzoru na okres drgań wahadła, powinniśmy wyznaczyć wartość okresu dla wszystkich trzech długości wahadła. Najprościej obliczyć najpierw wartość wyrażenia pod pierwiastkiem, a następnie przemnożyć ją przez 2π. Dla długości wahadła $l = 0{,}4$ m otrzymujemy $\sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{0.4}{10}}$ s, co z kolei możemy zapisać jako $\sqrt{\frac{4}{100}}$ s = 0,2 s. W ten sam sposób dla wartości $l = 0{,}9$ m i $l = 1{,}6$ m otrzymujemy odpowiednio $\sqrt{\frac{l}{g}} = 0{,}3$ s oraz $\sqrt{\frac{l}{g}} = 0{,}4$ s. Mnożąc uzyskane wyniki przez przybliżoną wartość wyrażenia 2π, uzyskujemy kolejno T = 1,26 s, T = 1,89 s i T = 2,52 s. Po zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących dostajemy T = 1,3 s, T = 1,9 s i T = 2,5 s. Porównując te wartości z danymi zestawionymi w tabelach, stwierdzamy, że prawidłowa jest odpowiedź B.: *Wyniki obliczeń Michała zostały zestawione w tabeli 2*.

Zadanie warto wykorzystać na lekcji w celu przećwiczenia z gimnazjalistami umiejętności zaokrąglania wartości liczbowych. Warto również uzmysłowić uczniom, że nie zawsze wysiłek włożony w wykonanie żmudnych i bardzo dokładnych obliczeń jest opłacalny. W przypadku tego zadania wzięcie bardziej dokładnych wartości przyspieszenia grawitacyjnego g oraz liczby p, wstawienie ich do wzoru, obliczenie wyniku przy pomocy kalkulatora, a następnie zaokrąglenie go do dwóch liczb znaczących prowadzi dokładnie do tych samych wartości, które zostały zestawione w tabeli 2.

Słowa kluczowe

okres drgań | wahadło

Konwekcja i przewodnictwo

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W poniższej tabeli zestawiono różne sytuacje z życia codziennego, w których mamy do czynienia z przekazywaniem energii.

Oceń, czy w danym przypadku dominuje przekazywanie energii poprzez przypadkowe zderzenia między cząsteczkami, czy towarzyszy mu uporządkowany ruch cząsteczek gazu lub cieczy.

Sytuacja	Energia jest przekazywana głównie poprzez
1. Przymarzanie dłoni do metalowej klamki w mroźny dzień	☐A. zderzenia między cząsteczkami ☐B. uporządkowany ruch cząsteczek
2. Wietrzenie pokoju w mroźny dzień	☐A. zderzenia między cząsteczkami ☐B. uporządkowany ruch cząsteczek
3. Topnienie lodów owocowych w pucharku stojącym na stole.	☐A. zderzenia między cząsteczkami ☐B. uporządkowany ruch cząsteczek
4. Szybkie rozgrzewanie aluminiowej patelni od płomienia palnika kuchenki	☐A. zderzenia między cząsteczkami ☐B. uporządkowany ruch cząsteczek

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 A, 2 B, 3 A, 4 A

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej
2.11. Energia. Uczeń opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza czy uczniowie rozumieją różnice pomiędzy mechanizmami przekazywania energii (konwekcja i przewodnictwo cieplne) oraz potrafią wskazać dominujący mechanizm w przypadku sytuacji praktycznych znanych z życia codziennego. Zostało ono wykorzystane w badaniu w którym

wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać należało przeanalizować zestawione w tabeli sytuacje i ocenić, który mechanizm przekazywania energii dominuje w danym przypadku.

Sytuację pierwszą, dotycząca przymarzania ręki do metalowej klamki, oceniło prawidłowo 62% uczniów, zauważając, że przekaz energii następuje poprzez zderzenia między cząsteczkami – skóra dłoni styka się bezpośrednio z metalem. Ze względu na dobre przewodnictwo cieplne metalu energia jest bardzo szybko odprowadzana z powierzchni skóry, co skutkuje znacznym obniżeniem temperatury ręki (nawet do około).Jeśli dłoń jest choćby minimalnie wilgotna, może w takich warunkach przymarznąć do metalu ze względu na tworzącą się pomiędzy skórą a metalowym przedmiotem cienką warstwę lodu.

Sytuację drugą oceniło prawidłowo już tylko 38% uczestników badania. Warto zauważyć, że zamknięte okno oddziela powietrze cieplejsze, znajdujące się w pokoju, od chłodniejszego powietrza na zewnątrz. Różnica temperatury przekłada się w tym przypadku na różnicę gęstości oraz (co jest bardzo istotne) na różnicę prędkości z jaką poruszają się cząsteczki. Jeśli otworzymy okno w mroźny dzień, to cząsteczki cieplejszego powietrza zaczną szybko w uporządkowany sposób wydostawać się z pokoju. Ze względu na różnicę gęstości, a co za tym idzie – różnicę ciśnień, na ich miejsce zaczną napływać cząsteczki chłodniejszego powietrza z zewnątrz. Część uczniów, udzielających nieprawidłowej odpowiedzi nie znała być może tego mechanizmu lub też zasugerowała się poprzednią częścią zadania, uważając, iż w obu przypadkach chodzi o zderzenia cząsteczek na skutek bezpośredniego kontaktu dwóch mas powietrza.

Kolejna z opisanych sytuacji okazała się dla uczniów równie kłopotliwa – prawidłowej odpowiedzi udzieliło w tym przypadku 39% osób biorących udział w badaniu. Aby rozwiązać tę część zadania warto uświadomić sobie, że lody są zbudowane z substancji, która w temperaturze pokojowej występuje jako ciecz. Jeśli wyjmiemy je z lodówki i umieścimy w pokoju to uderzające w nie cząsteczki powietrza zaczną podnosić ich temperaturę, co doprowadzi do stopienia lodów. Tymczasem ponad połowa uczniów uznała błędnie, że chodzi w tym przypadku o uporządkowany ruch cząsteczek. Być może uczniowie zasugerowali się tym, iż w trakcie topnienia lodów ich zewnętrzna część przechodzi ze stanu stałego w stan ciekły, jednak proces ten jest skutkiem następującego przekazu energii, a nie jego przyczyną.

Niewiele bardziej oczywista okazała się dla uczniów sytuacja czwarta. W tym przypadku

Słowa kluczowe

konwekcja | przewodnictwo cieplne

Gramatura papieru

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Karol pomaga w organizacji koncertu. Jego zadaniem jest przygotowanie i rozwieszenie plakatów informacyjnych. W drukarni zamówił 1000 plakatów o wymiarach 1 m x 1,2 m. Gramatura papieru (masa jednego metra kwadratowego arkusza) wynosi 120 g/m^2. Czy może jednorazowo przewieźć z drukarni wszystkie plakaty, jeżeli do samochodu może załadować 200 kg bagażu?

Uzupełnij zdanie tak, aby powstała wypowiedź prawdziwa.

(1) Karol

☐ A. może jednorazowo przewieźć wszystkie plakaty

☐ B. nie może jednorazowo przewieźć wszystkich plakatów

(2) ponieważ ważą one

☐¨A. 14,4 kg.

☐ B. 144 kg.

☐ C. 1440 kg.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1A, 2B.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

8.4. Wymagania przekrojowe. Uczeń przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-). Przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba)

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność posługiwania się wielokrotnościami i podwielokrotnościami kilograma. Przeznaczone jest ono dla uczniów gimnazjum i może zostać wykorzystane jako przykład w celu przećwiczenia zamiany jednostek. Warto uświadomić uczniom, że jakkolwiek układ SI (Międzynarodowy Układ Jednostek Miar) bazuje na jednostkach podstawowych, takich jak metr, kilogram czy sekunda, w życiu codziennym używa się bardzo często jednostek pochodnych.

Na przykład prędkości podajemy zazwyczaj w kilometrach na godzinę (jesteśmy w stanie wyobrazić sobie, że w ciągu godziny pojazd, człowiek lub zwierzę może pokonać określoną liczbę kilometrów). Podobnie gęstość substancji jest w niektórych tablicach podawana w gramach na centymetr sześcienny (możemy sobie wyobrazić, że próbka badanej substancji o objętości jednego centymetra sześciennego waży określoną liczbę gramów, z czego wynika wartość jej gęstości). Również gramatura papieru, o której mowa w zadaniu, jest wyrażona za pomocą podobnie skonstruowanej jednostki. W tym przypadku wartość 120 g/m^2 oznacza, że arkusz o powierzchni metra kwadratowego waży 120 g.

Aby rozwiązać zadanie, należy w pierwszej kolejności znaleźć masę jednego plakatu. Na podstawie podanych wymiarów możemy stwierdzić, że jego powierzchnia wynosi 1,2 m^2. W takim razie, masa plakatu wynosi $1{,}2\ m^2 \cdot 120\ g/m^2 = 144$ g. Skoro odebrano z drukarni 1000 plakatów, ich całkowita masa to $1000 \cdot 144$ g = 144 000 g. W tym miejscu należy posłużyć się relacją 1 kg = 1000 g, co prowadzi do wyniku 144 kg. Skoro do bagażnika można jednorazowo załadować 200 kg to Karol może przewieźć na raz wszystkie plakaty. Prawidłową odpowiedzią jest zatem kombinacja 1-A, 2-B.

Warto zauważyć, że w przypadku tego zadania uczeń nie musi wykonywać dokładnych obliczeń – wystarczy, że oszacuje wynik. Nawet jeśli zaokrągli wartość gramatury papieru do 100 g/m^2 uzyska wynik wystarczająco dokładny, aby zorientować się w rzędzie szukanej wielkości i wskazać prawidłową odpowiedź.

Słowa kluczowe kilogram | masa

Żarówki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Janek zastanawiał się jaką żarówkę zakupić do swojej lampki biurkowej. Na żarówce tradycyjnej był napis: 230 V, 40 W natomiast na żarówce LED 230 V, 5 W. Sprzedawca twierdził, że obie świecą równie mocno.

Rozstrzygnij, które parametry żarówek oglądanych przez Janka (zwykłej i LED) można porównać na podstawie powyższych informacji.

Parametry żarówek	Można czy nie można?
1. Zużycie energii elektrycznej w czasie godziny świecenia	☐ można / ☐ nie można
2. Napięcie zasilania	☐ można / ☐ nie można
3. Natężenie płynącego prądu	☐ można / ☐ nie można
4. Żywotność (średni czas działania)	☐ można / ☐ nie można

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1- można, 2 - można, 3 - można, 4 - nie można

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

4.7. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego
4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność odczytywania parametrów z obudowy urządzeń elektrycznych oraz obliczania na ich podstawie innych wielkości elektrycznych, między innymi energii zużytej przez urządzenie, wielkości bardzo istotnej z punktu widzenia użytkownika.

Na każdym urządzeniu elektrycznym, na tak zwanej tabliczce znamionowej przedstawione są parametry pracy dla tego urządzenia. Są to warunki, jakie należy spełnić, aby urządzenie pracowało zgodnie ze swoim przeznaczeniem w sposób optymalny. Dla żarówek przedstawionych w zadaniu parametrami tymi są: napięcie zasilające oraz moc znamionowa. Moc znamionowa jest wielkością mocy urządzenia w przypadku jego podłączenia do zalecanego napięcia zasilającego. W zadaniu jest to napięcie 230 V (napięcie sieci elektrycznej w Polsce). Jeśli opisane w zadaniu żarówki podłączymy do napięcia 230 V, ich moc wyniesie dla tradycyjnej żarówki 40 W, a dla LED 5 W. Oznacza to, że żarówka tradycyjna pobiera z sieci 40 Wh energii elektrycznej w czasie 1 godziny, a LED zaledwie 5 Wh, choć obie świecą tak samo jasno. Zatem od razu, bez liczenia, możemy porównać parametry wymienione w punktach 1 i 2 dla żarówek tradycyjnych i LED. Podane w zadaniu wielkości pozwalają również wyliczyć natężenie

prądu płynącego w każdej z żarówek. Należy w tym celu podzielić moc żarówki przez napięcie zasilające. Natomiast nie można wyznaczyć średniego czasu działania żarówek na podstawie danych przytoczonych w zadaniu.

Zadanie nie wydaje się trudnym. Jednak w badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjum nie wypadło ono najlepiej. Zaledwie 16% wszystkich badanych rozwiązało poprawnie całe zadanie. Jest to smutne zważywszy na fakt, że bardziej przyziemnego tematu z fizyki nie można sobie wyobrazić. Może lekkim pocieszeniem jest wynik pierwszego punktu, w którym 73% uczestników badania prawidłowo wywnioskowało, iż można wyliczyć zużycie energii elektrycznej na postawie podanej mocy żarówki. Możliwe, że uczniowie wiedzą, że ich rodzice płacą za kilowatogodziny (kWh) zużytej energii elektrycznej i z jednostki mocy (podanej w zadaniu) wywnioskowali możliwość wyliczenia energii elektrycznej. Trochę gorzej wypadł punkt 2 – 62% poprawnych odpowiedzi, co jest o tyle zaskakujące, że napięcie było podane ‘na tacy’, wystarczyło skojarzyć, że liczba z podaną jednostką V (wolt) jest wielkością napięcia. Punkt 3 rzeczywiście mógł być trudny dla uczniów. Trzeba było znać wzór na moc prądu elektrycznego. Nic dziwnego, że nie wypadł on najlepiej (58% prawidłowych odpowiedzi). Jednak najsłabszy był wynik punktu 4 – zaledwie 41% poprawnych odpowiedzi.

Generalnie z wyników badania można wywnioskować, że zagadnienia związane z prądem elektrycznym nie są dobrze opanowane przez gimnazjalistów. A szkoda, ponieważ nawet jeśli w przyszłości młody człowiek zapomni całkowicie o fizyce, to jednak wiedza dotycząca zużycia energii elektrycznej i poniesionych przez to kosztów będzie mu towarzyszyła przez całe życie.

Słowa kluczowe

moc prądu | praca | prąd elektryczny

Prąd w żarówce

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W lampie w sypialni pana Marka przepaliła się żarówka z wolframowym włóknem. Niestety nie miał zapasowej, a na wyjście do sklepu było już za późno. Następnego dnia wyjechał na dwutygodniowy urlop, więc w żyrandolu pozostała przepalona żarówka. Podczas urlopu zdał sobie sprawę, że nie wyłączył włącznika światła. Zaczął się obawiać, że z tego powodu zapłaci większy rachunek za energię elektryczną.

Wiedząc, że pan Marek nie wyłączył włącznika zdecyduj, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Tak czy nie?
1. Prąd nadal płynął ze źródła zasilania do żarówki.	☐ Tak / ☐ Nie
2. Prąd nadal płynął przez włókno żarówki.	☐ Tak / ☐ Nie
3.Pan Marek zapłaci większy rachunek za prąd.	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. NIE, 2. NIE, 3. NIE

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.7. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
4.9. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych

Komentarz

Zadanie sprawdza, na ile uczeń rozumie zjawisko przepływu prądu elektrycznego. Dla uczniów musi być bowiem jasne, że zamknięcie obwodu elektrycznego powoduje praktycznie natychmiastowy przepływ prądu w każdym elemencie tego obwodu, a jego otwarcie również natychmiast przerywa przepływ w każdym elemencie.

W efekcie oczywiste winno być, że przerwanie włókna żarówki przerywa przepływ prądu zarówno w samym włóknie (stwierdzenie 2), jak i w doprowadzających przewodach, co oznacza ustanie jakiegokolwiek przepływu energii elektrycznej (stwierdzenie 3). Brak przepływu prądu oznacza też oczywiście brak zużycia energii elektrycznej, a zatem przepalona żarówka nie przyczyni się do wzrostu wysokości rachunku (stwierdzenie 3).

Przekonanie uczniów, że tak jest, powinno być jednym z oczywistych celów nauczania fizyki w gimnazjum, gdyż inaczej wielu z nich jest przekonanych, że prąd „dopływa" ze źródła aż do miejsca przerwania obwodu. Przekonanie takie świadczy o myleniu przez uczniów zjawiska przepływu prądu z istnieniem napięcia między końcami przerwanego obwodu.

Trudności z dobrym rozumieniem opisanej sytuacji są spowodowane również tym, że w języku potocznym mówi się o prądzie w różnych kontekstach, między innymi w sytuacji gdy „mamy prąd w gniazdku elektrycznym" oraz „prąd płynie w czajniku". W pierwszym przypadku chodzi faktycznie o napięcie, a w drugim o prąd.

Zadanie bardzo dobrze nadaje się na lekcję o energii elektrycznej jako sposób na sprawdzenie zrozumienia istoty zjawiska przez uczniów.

O tym że teoretyczna wiedza niekoniecznie przekłada się na rozumienie zjawisk świadczy fakt, że w badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów poprawnie całe zadanie rozwiązało zaledwie 8% badanych uczniów. Wprawdzie aż 73% badanych wybrało poprawną ocenę stwierdzenia nr 2, to w stwierdzeniu nr 1 takich poprawnych wyborów było zaledwie 24%, a w trzecim 36%.

Słowa kluczowe

energia elektryczna | obwód elektryczny | prąd elektryczny | żarówka

Pierwsza zasada dynamiki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Jako przykład działania siły tarcia spoczynkowego, występującego gdy staramy się wprowadzić w ruch spoczywające ciało, Grzegorz wskazał następującą sytuację:

Jeżeli pcham szafę, ale działam na nią zbyt małą siłą, szafa nie porusza się. Dopiero gdy siła działająca na szafę jest odpowiednio duża, to jestem w stanie ją przesunąć.

Wybierz odpowiednie fragmenty, aby uzyskać zdanie prawdziwe.

(1) Gdy Grześ popycha szafę nie powodując jej przesunięcia, to wartość siły tarcia jest

☐ A. mniejsza od

☐B. większa od

☐C. równa

(2) wartości siły, którą działa Grześ, ponieważ ciało pozostaje w spoczynku, gdy

☐ A. działa na nie niezrównoważona siła.

☐B. działają na nie siły, które się równoważą.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 C, 2 B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.4. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona
1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie ma na celu sprawdzenie, na ile pierwsza zasada dynamiki Newtona jest dla ucznia wyuczoną regułką, a na ile czymś, co dogłębnie przemyślał i zrozumiał. Nie jest bowiem odkryciem fakt, że pierwsza zasada ewidentnie nie jest zgodna z intuicją.

Siła tarcia musi być równa sile, z jaką chłopiec próbuje przesunąć szafę, gdyż ciało może pozostawać w spoczynku wyłącznie w sytuacji, gdy działające nań siły równoważą się.

W nauczaniu fizyki może zdarzyć się sytuacja, w której nie tylko nie ułatwiamy, ale wręcz utrudniamy rozwiązanie tego typu zadań. Ma to miejsce wówczas, gdy próbujemy zbyt wcześnie nauczyć sposobów

obliczania wartości tarcia w oparciu o współczynnik tarcia. Uczniowie zamiast myśleć, zaczynają postrzegać wartość siły tarcia jako wynikającą z „podstawienia do wzoru", a więc niejako określoną i stałą w danej sytuacji.

Tymczasem siła tarcia, gdy próbujemy ruszyć szafę, jest siłą reakcji, a jej wartość dopasowuje się do wartości siły usiłującej przesunąć szafę.

Ważne jest tu rozumienie, że I zasada działa niejako w dwie strony:

a) Jeżeli siły się równoważą, to ciało nie porusza się lub porusza ruchem jednostajnym prostoliniowym.

b) Jeżeli ciało nie porusza się, to siły nań działające się równoważą.

Zadanie bardzo dobrze nadaje się na sprawdzian weryfikujący rozumienie I zasady dynamiki.

W badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjów, ponad 2/3 uczniów prawidłowo wybrało odpowiedź w drugiej części zadania, podczas gdy w pierwszej było ich niewiele ponad 1/3. Niemal wszyscy uczniowie którzy poprawnie wybrali odpowiedź w części drugiej zadania – również poprawnie wskazali rozwiązanie w części pierwszej. Wynik taki dowodzi, że uczniowie w większości znają I zasadę (druga część zadania to niemal dokładnie treść tej zasady), ale jej nie rozumieją, wybierając przeczącą jej odpowiedź w części pierwszej.

Słowa kluczowe

I zasada dynamiki | opory ruchu | siła | tarcie

Start samolotu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Podczas startu samolot osiąga prędkość maksymalną 288 km/h (czyli 80 m/s) na drodze 2000 m od chwili ruszenia.

(1) Oznacza to, że rozpędzanie podczas startu trwa:

☐ A. znacznie mniej niż 25 s,

☐B. około 25 s,

☐C. znacznie więcej niż 25 s,

(2) gdyż jego prędkość średnia w tym czasie

☐A. jest znacznie mniejsza niż 80 m/s.

☐B. jest równa 80 m/s.

☐C. jest znacznie większa niż 80 m/s.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1C, 2A

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie przez ucznia prostych sytuacji praktycznych, opisywanych również niewątpliwie na lekcjach szkolnych. Wprawdzie nie każdy uczeń miał okazję latać samolotem, ale przecież identyczne zadanie może dotyczyć ruszającego samochodu czy roweru.

Uczeń winien:

a) zauważyć, że samolot w czasie startu zwiększa swoją prędkość od zera do 80 m/s,

b) obliczyć, że GDYBY pędził cały czas z prędkością 80 m/s – pokonałby dystans 2000 m w czasie 25 s,

c) wywnioskować, że start oznacza, że samolot się rozpędza, a nie od razu jedzie z prędkością 80 m/s, dlatego start trwa znacznie dłużej niż 25s,

d) wywnioskować, że w takim razie prędkość średnia będzie znacznie mniejsza od końcowej.

Wyniki przeprowadzonego badania wykazują, że znaczna część uczniów ograniczyła się do wykonania wyłącznie czynności opisanej wyżej w punkcie b).

W obu częściach zadania największy odsetek uczniów wybrał bowiem odpowiedź B (odpowiednio 41% i 54%). Można jedynie domniemywać, dlaczego tak wielu z nich na tym zakończyło pracę, wyciągając pochopnie błędne wnioski.

W pełni poprawnie całe zadanie rozwiązało zaledwie 1/6 badanej populacji!

Wydaje się zatem, że podobne zadania powinny być przedmiotem dyskusji na lekcjach fizyki. Być może bowiem jest tak, że choć uczniowie, jak widać, nieźle radzą sobie z obliczeniami, to interpretacja otrzymanych wyników pozostawia wiele do życzenia.

Słowa kluczowe

czas | droga | prędkość chwilowa | prędkość średnia

Przeciąganie liny

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Na festynach często odbywają się drużynowe zawody przeciągania liny. Wśród poniższych stwierdzeń na ten temat wskaż prawdziwe i fałszywe.

W konkursie przeciągania szanse drużyny na zwycięstwo zwiększają…

	Prawda czy fałsz?
1. mniej śliskie buty zawodników.	☐ Prawda / ☐ Fałsz
2. większy ciężar zawodników.	☐ Prawda / ☐ Fałsz
3. gładsze podłoże, na którym stoją zawodnicy.	☐ Prawda / ☐ Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

P, P, F

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
1.7. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona
1.9. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem siły ciężkości
1.10. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona
1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Komentarz

Zadanie dotyczy sytuacji, z jaką uczniowie mają czasem okazję spotkać się na lekcjach, choć raczej z WF, a nie z fizyki. Można jednak założyć, że nawet wyniesione z takiej sytuacji doświadczenie niekoniecznie ułatwia wykonanie zadania z racji braku powtarzania tego samego doświadczenia w różnych okolicznościach.

Zadaniem ucznia jest ocenić wpływ trzech czynników na szanse wygranej w zawodach. Czynniki opisane w stwierdzeniach 1 i 3 wydają się dość łatwe w ocenie nawet dla uczniów, którzy nie uważali na lekcjach o siłach tarcia. Śliskie buty i gładkość podłoża dość powszechnie kojarzą się bowiem z ryzykiem poślizgu. A poślizg niewątpliwie jest czynnikiem utrudniającym zwycięstwo w zawodach przeciągania liny.

Nieco trudniejsza jest ocena wpływu ciężaru zawodników na szanse wygranej. Jednak nawet tu intuicja nie powinna zawodzić – wystarczy sobie wyobrazić nawet bardzo silnego człowieka próbującego ciągnąć za linę przywiązaną do słonia, który akurat zamierza się oddalić…

Wyniki badania przeprowadzonego wśród uczniów klas I LO nie zaskakują – zadanie istotnie okazuje się być łatwe. Poprawnie wszystkie trzy czynniki oceniło aż 77% badanych, przy czym najłatwiejszy w ocenie okazał się czynnik pierwszy (95% poprawnych odpowiedzi), a najtrudniejszy drugi (83%).

Zadanie dobrze nadaje się dla słabszych uczniów, dla których często nawet bardzo typowe zadania okazują się zbyt trudne.

Słowa kluczowe

ciężar | siła | tarcie

Straty przy gotowaniu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Asia wlała półtora litra wody o temperaturze 20°C do czajnika o mocy 1500 W. Znając ciepło właściwe wody (4200J/kg°C) obliczyła, że woda powinna zagotować się po 5 minutach i 36 sekundach od chwili włączenia czajnika. Faktycznie woda zagotuje się po czasie

1. nieco dłuższym,
2. nieco krótszym,

gdyż część dostarczonej z sieci energii elektrycznej zamiast na ogrzanie wody zostanie zużyta na

1. ogrzanie samego czajnika i jego otoczenia,
2. pracę jaką wykona prąd w spirali grzejnej czajnika.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A1

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.2. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy
2.3. Energia. Uczeń opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii
2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła
2.10. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania
9.5. Wymagania doświadczalne. Uczeń wyznacza ciepło właściwe wody za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy (przy założeniu braku strat)

Komentarz

Zadanie składało się z dwóch części, badających nieco inny aspekt tego samego zjawiska.

Pierwsze pytanie miało na celu zbadanie czy uczeń ma świadomość, że straty energii w czasie gotowania skutkują wydłużeniem tego czasu. Przy stałej szybkości dostarczania energii (czyli stałej mocy czajnika) wydłużenie to wynika to wprost z faktu konieczności dostarczenia dodatkowej energii równej energii strat.

Znaczna część uczniów rozwiązałaby zapewne tę część zadania nieco intuicyjnie. Przeprowadzone wśród uczniów klas I LO badanie wykazuje jednak, że intuicja ta idzie w parze z ogólnym poziomem umiejętności ucznia i wśród tych najsłabszych zdecydowanie zawodzi. Badaną populację podzielono na sześć grup pod względem wyniku osiągniętego z całego testu. W najsłabszej grupie błędnych odpowiedzi było niemal połowa, podczas gdy w grupie uczniów o najwyższych wynikach błędne odpowiedzi trafiały się sporadycznie. W całej badanej populacji poprawną odpowiedź wskazało niemal 80% uczniów.

Część druga zadania była niewątpliwie dla wielu uczniów pułapką. Praca, jaką wykonuje prąd w spirali grzejnej czajnika, może kojarzyć się z czymś zupełnie innym, niż energia zużyta na ogrzanie wody. Tymczasem faktycznie cała pobrana z sieci elektrycznej energia zmieniana jest w spirali czajnika w energię wewnętrzną, z której część zostaje następnie przekazana wodzie, a część otoczeniu (w tym samemu czajnikowi).

W przeprowadzonym badaniu poprawnej odpowiedzi udzieliło wprawdzie 42% uczniów, jednak wszystko wskazuje na to, że znaczna ich część zrobiła to bądź losowo, bądź wskutek „złapania się" w zastawioną pułapkę, gdyż brak korelacji między rozwiązaniem tej części zadania a ogólnym wynikiem ucznia.

Zadanie odnosi się wprost do punktu 2.6 podstawy programowej w gimnazjum: „uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła".

Z tego względu można je wykorzystać w czasie lekcji jako ciekawy punkt wyjścia do dyskusji („dlaczego tak sądzicie?" „co stało się z pracą jaką wykonał prąd w spirali?"). Można też wykorzystać je jako ciekawe rozszerzenie obowiązkowej lekcji doświadczalnej opisanej w punkcie 9.5 postawy programowej: „uczeń wyznacza ciepło właściwe wody za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy (przy założeniu braku strat)" – poprzez pokazanie jakościowe tych strat i ich źródła.

Słowa kluczowe ciepło właściwe | moc | przepływ ciepła | straty energii

Droga hamowania

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Podczas testów parametrów nowego typu opon badano długość drogi hamowania dwóch jednakowych samochodów w różnych warunkach drogowych. Pierwszy samochód jechał po mokrej drodze, a drugi po suchej nawierzchni. W momencie rozpoczęcia hamowania oba pojazdy miały tę samą prędkość. Droga hamowania na mokrej nawierzchni była dłuższa niż na suchej.

Czy z przeprowadzonego doświadczenia można wnioskować, że droga hamowania zależy od:

	Tak / Nie
1. rodzaju nawierzchni, po której porusza się samochód?	☐Tak / ☐ Nie
2. ciężaru samochodu biorącego udział w teście?	☐Tak / ☐ Nie
3. energii kinetycznej samochodu przed rozpoczęciem hamowania?	☐Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1T, 2N, 3N

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
2.1. Energia. Uczeń wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność wyciągania wniosków z przeczytanego tekstu na podstawie wiedzy z fizyki.

W zadaniu opisane jest badanie długości drogi hamowania pojazdów. Jest to minimalna odległość, jaką samochód przejedzie po rozpoczęciu hamowania. Wielkość ta jest bardzo istotna przy określaniu bezpieczeństwa ruchu. Nietrudno sobie wyobrazić sytuację, kiedy kierowca zauważa przeszkodę na swojej drodze i zaczyna hamować. Jeśli przeszkoda, w momencie jej zauważenia przez kierowcę, znajduje się w odległości większej niż droga hamowania samochodu (dla określonej jego prędkości) jest szansa że samochód zatrzyma się przed przeszkodą, nie uderzając w nią. Opierając się na zasadzie zachowania energii, łatwo wydedukować, że im samochód jest cięższy i im szybciej się porusza, tym trudniej go zatrzymać i tym dłuższa jest jego droga hamowania. W przytoczonym zadaniu dwa identyczne samochody (o tym samym ciężarze) poruszają się z tą samą prędkością, czyli ich energie kinetyczne są takie same. Zatem nie można wywnioskować, na podstawie przeprowadzonego w zadaniu testu, w jaki sposób ciężar samochodu oraz jego energia kinetyczna wpływają na długość hamowania – dla stwierdzeń 2 i 3 prawidłowa odpowiedź *Nie*.

Skoro jedyną różnicą przy badaniu dwóch samochodów była nawierzchnia dróg, i po której poruszały się, to powyższy test pozwalał zbadać zależność drogi hamowania tylko i wyłącznie od stanu nawierzchni: suchej lub mokrej. Zatem dla stwierdzenia 1 poprawna jest odpowiedź *Tak*.

Wyniki badania pilotażowego, w którym wykorzystano zadanie, wskazują na niepokojące niezrozumienie zagadnień związanych z ruchem i energią przez absolwentów gimnazjum, jak również na znikome umiejętności wyciągania wniosków z analizowanych doświadczeń .

Pierwsze stwierdzenie, wydawałoby się oczywiste, zostało prawidłowo rozwiązane przez 87% badanych uczniów. Zważywszy na fakt, że zależność drogi hamowania od nawierzchni była bezpośrednio podana w tekście zadania, wynik 87% poprawnych odpowiedzi nie jest wysoki. Pozostałe dwa stwierdzenia dotyczące wpływu ciężaru i energii kinetycznej na drogę hamowania zostały prawidłowo rozwiązane przez odpowiednio 53 i 50% uczestników badania, co jest wynikiem potwierdzającym losowe wybieranie jednej z dwóch podanych odpowiedzi i wskazuje na kompletne niezrozumienie zagadnienia.

Całe zadanie zostało rozwiązane zaledwie przez 25% absolwentów gimnazjum uczestniczących w badaniu.

Słowa kluczowe droga | energia kinetyczna | prędkość

Radar

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W najbliższym czasie będą stosowane dwie metody kontrolowania prędkości pojazdów na drodze.

Metoda 1: Fotoradar – urządzenie fotografuje pojazdy, które w danym miejscu przekraczają dozwoloną prędkość.

Metoda 2: Odcinkowy pomiar prędkości – mierzony jest czas w jakim samochód przebył odcinek drogi o długości przynajmniej kilku kilometrów.

Oceń, czy dana metoda opiera się na pomiarze prędkości średniej czy chwilowej.

Metoda	Prędkość
1	☐ średnia / ☐ chwilowa
2	☐ średnia / ☐ chwilowa

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 – chwilowa, 2 - średnia

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym

Komentarz

Zadanie sprawdza czy uczeń potrafi przeanalizować tekst i, korzystając z posiadanej wiedzy fizycznej, potrafi wywnioskować, jaka wielkość jest mierzona w każdym z opisanych pomiarów.

Szczególne znaczenie ma tutaj wiedza z mechaniki poparta intuicją. Przede wszystkim chodzi o umiejętność rozróżnienia prędkości chwilowej od prędkości średniej. Obie wielkości bazują na definicji prędkości czyli wartości drogi przebytej w danym czasie. Jednakże dla prędkości chwilowej czas, dla którego mierzymy przebytą drogę jest bardzo mały (bliski zera), a dla średniej – dowolnie duży. Prędkość chwilowa jest prędkością pojazdu w danym momencie jazdy (na przykład w momencie zderzenia) i odzwierciedla energię kinetyczną tego pojazdu w tym momencie. Natomiast prędkość średnia jest wielkością wyliczoną na podstawie całościowej analizy ruchu pojazdu na danym, dowolnie długim odcinku drogi (w opisanym przypadku rzędu kilku do kilkunastu kilometrów). Jest to wartość całkowitej drogi podzielona przez czas potrzebny na przebycie tej drogi.

W zadaniu przedstawione są dwie metody kontrolowania prędkości pojazdów. Pierwsza, fotoradar, wskazuje na pojazdy, które w momencie przejazdu przez dane miejsce przekroczyły określoną prędkość. Zatem fotoradar porównuje aktualną prędkość samochodu (tę którą w danym momencie pokazuje prędkościomierz w samochodzie) do prędkości dozwolonej w danym miejscu. Jak wynika z przedstawionego powyżej wyjaśnienia chodzi tu o prędkość chwilowa.

W drugim pomiarze mierzony jest czas przebycia przez samochód określonej drogi (kilku lub więcej kilometrów) i wyliczana jest prędkość samochodu na tej drodze (poprzez podzielenie drogi przez zmierzony czas). Jest to więc prędkość średnia na tym wyznaczonym odcinku.

Zatem przy tym pomiarze ruch samochodu na całej trasie nie jest dokładnie określony. Możliwych jest tutaj kilka różnych sytuacji:

1. Samochód może jechać mniej więcej z tą prędkością przez całą drogę.

2. Może również przejechać jedną część tego odcinka z prędkością większą niż wyliczona średnia wartość, a następną część z dużo mniejszą prędkością.

3. Możliwe jest również, że samochód porusza się bardzo szybko przez całą trasę, a na jakiś czas zatrzyma się gdzieś na trasie (w tym czasie jego prędkość wyniesie zero).

Zatem może się okazać że na trasie samochód wielokrotnie przekroczy dozwoloną prędkość, chociaż faktycznie jego prędkość średnia na całym odcinku drogi będzie stosunkowo mała.

Powyższe zadanie wykorzystano w badaniu pilotażowym przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących. Jego wyniki nie są zadowalające. Średnio po 55% uczniów wybrało poprawne odpowiedzi w obydwu punktach: prędkość chwilową w pierwszym i średnią w drugim. Wynik prawie mieści się w granicach przypadkowego wyboru (byłaby wtedy 50%). Całość zadania została prawidłowo rozwiązana przez 42% uczestników.

Zadanie może być ciekawym wstępem do dyskusji o prędkości średniej i chwilowej. Warto porozmawiać z młodymi ludźmi, przyszłymi kierowcami, o praktycznym znaczeniu tych prędkości. O bezpieczeństwie jazdy, o skutkach wypadków przy przekraczaniu dozwolonej prędkości (której średniej czy chwilowej?). Warto policzyć energię kinetyczną samochodu przy określonych prędkościach i warto zaznaczyć, że energia ta wzrasta z kwadratem prędkości i to ona decyduje o skutkach, nieraz tragicznych, wypadków drogowych.

Słowa kluczowe droga | prędkość chwilowa | prędkość średnia

Sonar

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Sonar jest urządzeniem wykorzystywanym do ustalania za pomocą fal dźwiękowych położenia obiektów znajdujących się pod wodą oraz do określania głębokości zbiorników wodnych. Fala dźwiękowa wysłana w postaci krótkiego sygnału rozchodzi się z określoną prędkością od sonaru do badanego obiektu, odbija się i następnie wraca. Na podstawie czasu, po którym sygnał powraca, można określić głębokość, na której znajduje się obiekt.

Sonaru użyto do zbadania głębokości na jakiej położone są dwa obiekty. W przypadku pierwszego sygnał powrócił po 1s, w przypadku drugiego po 2 s.

Pierwszy obiekt znajdował się

☐A. dwa razy płycej

☐B. cztery razy płycej

☐C. dwa razy głębiej

☐D. cztery razy głębiej

niż drugi obiekt.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

6.3. Ruch drgający i fale. Uczeń opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego w przypadku fal na napiętej linie i fal dźwiękowych w powietrzu
8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność wyciągania wniosków na podstawie przeczytanego tekstu oraz wiedzy dotyczącej ruchu falowego.

Fale dźwiękowe rozchodzą się w przestrzeni ruchem jednostajnym prostoliniowym. Wartość prędkości tych fal zależy od rodzaju ośrodka. Im gęstszy ośrodek, tym szybciej dźwięk się w nim porusza. W zadaniu fala dźwiękowa rozchodzi się w wodzie (zakładamy, że gęstość wody jest taka sama na całej drodze ruchu). Skoro prędkość fali jest stała, to czas jej przejścia wzdłuż pewnego odcinka jest proporcjonalny do długości tego odcinka. Zatem można stosować tutaj równanie $t = d/v$ (gdzie t - czas ruchu, d - dystans przebyty przez fale w czasie t, v - prędkość fali). I na tej zależności opiera się zasada pomiaru głębokości za pomocą sonaru opisanego w zadaniu.

Fala dźwiękowa wysyłana przez sonar (umieszczony na powierzchni wody) rozchodzi się w wodzie we wszystkie strony, a po napotkaniu przeszkody odbija się od niej i wraca po tej samej drodze z powrotem do sonaru. Zatem fala przebywa odległość dwa razy dłuższą od odległości przeszkody od sonaru. Przekładając to na język matematyki, otrzymujemy równanie: $vt=2d$ (gdzie v – prędkość dźwięku w wodzie, t – czas po którym fala powraca do sonaru, d – odległość przeszkody od sonaru). Jeżeli porównujemy głębokości zanurzenia dwóch przedmiotów, tak jak to jest w zadaniu, to porównujemy czasy sygnałów odbitych od tych przedmiotów, czyli $t_1=2d_1/v$ i $t_2=2d_2/v$. Zatem z wyniku $t_1/t_2=d_1/d_2$

widać, że dwa razy krótszy czas oznacza dwa razy mniejszą odległość przebytą przez falę. Czyli pierwszy obiekt zanurzony jest na dwa razy mniejszej głębokości niż obiekt drugi. Prawidłowa jest odpowiedź A.

Zadanie zostało wykorzystane w badaniu pilotażowym przeznaczonym dla absolwentów gimnazjum. 55% badanych wskazało prawidłową odpowiedź A, tj. dwa razy płytsze zanurzenie obiektu 1 w stosunku do obiektu 2. Wynik nie jest znakomity, zważywszy na mało skomplikowane wyliczenia prowadzące do poprawnego rezultatu. Jednak, jest to również wynik pozwalający wykluczyć przypadkowy wybór uczniów (losowy wybór dawałby 25%). Drugim najczęstszym wyborem była odpowiedź C – 24%, w której podano dwa razy głębsze zanurzenie obiektu 1 w stosunku do obiektu 2. Wybór ten może nasuwać przypuszczenie, że część uczniów czytała tekst nie dość uważnie.

Słowa kluczowe droga | fala dźwiękowa | prędkość

Lodówka

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Rodzice Janka planują zakup lodówki. Rozważają zakup lodówki klasy A za 800 zł zużywającej w ciągu roku 186 kWh energii lub klasy A++ za 1000 zł, zużywającej 146 kWh energii rocznie. Koszt jednej kilowatogodziny wynosi 0,5zł.

Po jakim czasie zwróci im się różnica cen lodówek, jeśli wybiorą lodówkę klasy A++.

☐A. po około roku

☐B. po około 2 latach

☐C. po około 5 latach

☐D. po około 10 latach

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność rozwiązywania prostych zadań tekstowych wymagających nieskomplikowanych obliczeń matematycznych.

Tematyką zadania jest prąd elektryczny. Jednak aby rozwiązać zadanie uczeń nie musi posiadać rozległej wiedzy na temat elektryczności. Wystarczy umiejętność wykonania dwóch działań matematycznych: odejmowania i mnożenia. Różnica w cenie dwóch lodówek wynosi 200 zł (1000 zł – 800 zł) a różnica w zużyciu energii elektrycznej 40 kWh (186 kWh – 146 kWh). Koszt 1 kWh wynosi 0,5 zł, czyli w ciągu roku zaoszczędzimy 20 zł (40 kWh x 0,5 zł/kWh). Zatem, aby koszt zakupu się zwrócił potrzebujemy 10 lat (200 zł : 20 zł/1rok). Dywagacje czy 200 zł wydane na zakup lodówki są równowarte 200 zł po 10 latach nie wchodzi w zakres niniejszego komentarza, chociaż z czysto praktycznej strony warto o tym porozmawiać z uczniami.

Jest rzeczą szokującą, że tego typu zadanie okazało się niezrozumiałe dla większości absolwentów gimnazjum, wśród których przeprowadzono badanie. Jego wyniki są bardzo niepokojące. Zaledwie 18% wszystkich badanych rozwiązało to zadanie poprawnie. Nasuwa się tylko jedno wytłumaczenie dla uzyskanego rezultatu: uczniowie zgadywali, nie potrafili wydedukować jakie obliczenia należało wykonać. Jednakże nie zgadywali całkiem losowo, bo wtedy wynik byłby wyższy (ok. 25%), ale kombinowali trochę ‘na chłopski rozum’, bazując na doświadczeniach z testami wyboru. Mianowicie, istnieje hipoteza (potwierdzona badaniami) że przy testach wyboru częściej wybierane są środkowe odpowiedzi a rzadziej skrajne. Widzimy tę prawidłowość w tym zadaniu. Dwie odpowiedzi środkowe B i C (niepoprawne) były najczęściej wybierane, po 28 - 33% każda. Dwie skrajne A i D po 18% każda. Odpowiedź D, poprawna, nie była pod żadnym względem preferowana przez gimnazjalistów.

Pozostaje zapytać dlaczego uczniowie zgadywali zamiast liczyć – liczby są okrągłe i obliczenia nie są trudne. Jedyne wyjaśnienie jest takie, że uczniowie nie wiedzieli jak to policzyć; dosłownie nie wiedzieli co zrobić z podanymi w zadaniu liczbami. Nawet jednostki energii elektrycznej i symbol waluty obok liczb nie zasugerowały im sposobu rozwiązania.

Zadanie bardziej niż na fizyce może być rozwiązywane na lekcjach matematyki i służyć do utrwalania umiejętności przekładania informacji tekstowej na język matematyki . Dotyczy sytuacji z życia codziennego. Aż nadto dobrze znamy sytuacje, kiedy mamy ‘jedyną niepowtarzalną okazję’ kupić coś taniej i umiejętność szybkiego przeliczenia kosztów tej okazji pomoże nam spojrzeć na zakup bez emocji.

Słowa kluczowe

moc prądu | praca | prąd elektryczny

Pomiar czasu biegu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

W pewien listopadowy dzień Maciek i jego koledzy postanowili zmierzyć swój czas w biegu na 1 km. Dysponowali zegarkiem z sekundnikiem. Startowali jeden po drugim, a Maciek notował w tabeli czasy ich startu oraz przybycia do mety. Po biegu przedstawiały się one następująco:

	start	**stop**	**czas biegu**
Stefan	15.30:12	15.36:42	6 min 30 s
Mirek	15.30:45	15.37:38	6 min 53 s
Jasiek	15.31:13	15.37:43	6 min 30 s
Marcin	15.31:59	15.37:43	5 min 44 s

Po biegu wśród chłopców wybuchła kłótnia. Stefan, Mirek oraz Jasiek stwierdzili, że wyniki są nieprawidłowe, podczas gdy Marcin i Maciek byli przeciwnego zdania.

Zaznacz, które z przytoczonych przez nich stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

	Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1.	**Jasiek:** „Pomiar był nieprawidłowy! Zmierzyć poprawnie czas biegu każdego z nas można tylko wówczas, gdy startujemy jednocześnie!”	☐Prawda / ☐Fałsz
2.	**Maciek:** „Pomiar był dobry! Liczy się tylko różnica czasów: na mecie i na starcie!”	☐Prawda / ☐Fałsz
3.	**Stefan:** „Nieprawda – nie był prawidłowy, bo twój zegarek nie jest ustawiony zgodnie z czasem zimowym, tylko z czasem letnim. A ten jest przesunięty o godzinę!"	☐Prawda / ☐Fałsz
4.	**Marcin:** „Właśnie dlatego pomiar był w porządku! Zawsze należy ustawiać czas względem czasu letniego!”	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - Fałsz

2. - Prawda

3. - Fałsz

4. - Fałsz

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli

Komentarz

Zadania badało umiejętność analizy tekstu i tabeli oraz wyciągania wniosków z tej analizy. Przy rozwiązywaniu zadania należało zdecydować, czy zastrzeżenia chłopców dotyczące prawidłowości przeprowadzonych pomiarów czasu są uzasadnione.

Czterech chłopców pokonywała dystans 1 km, a Maciek mierzył czas ich biegu. Dokładnie mówiąc, zapisywał czas startu każdego z nich i czas dotarcia do mety. Następnie, odejmując odpowiednio czas startu od czasu przybycia na metę, otrzymywał czas biegu dla każdego z biegaczy. Po zakończeniu biegów rozgorzała dyskusja – chłopcy wyrażali swoje zastrzeżenia co do poprawności wykonanych w ten sposób pomiarów czasu. Co było przyczyną tych zastrzeżeń? Można przypuszczać, że wątpliwości wyniknęły z nietypowego przeprowadzenia zawodów. Zazwyczaj zwycięzca przybywa pierwszy na metę, a za nim, jeden po drugim, przybywają następni. I to kolejność stawiania się na mecie decyduje o zajmowanych miejscach w zawodach. Nawet nie musi się wyliczać dokładnego czasu biegaczy, wystarczy uchwycić kolejność na mecie. Jednak w tego typu biegach wszyscy biegacze zaczynają biegi jednocześnie. Tak nie jest w powyższym zadaniu. Tutaj chłopcy startują jeden po drugim w pewnych odstępach czasowych i kolejność ich dotarcia do mety nie decyduje bezpośrednio o kolejności miejsc

zajmowanych w rywalizacji. W tym przypadku konieczne jest wyliczenie czasu biegu, czyli czasu jaki upłynął pomiędzy startem a metą indywidualnie dla każdego biegacza. Jest to więc różnica dwóch czasów z tabeli: czasu stopu (kolumna 3) i czasu startu (kolumna 2) dla każdego chłopca. Zatem prawdziwa jest wypowiedź Maćka.

Należy zaznaczyć, że nie jest istotne, jaki czas wskazuje zegarek: zimowy czy letni. Przy pomiarach względnych różnice w ustawieniach między czasem letnim i zimowym eliminują się.

Zadanie okazało się jednym z łatwiejszych w badaniu przeprowadzonym w pierwszych klasach liceum ogólnokształcącego. Badani w 82% wytypowali prawdziwe stwierdzenie o prawidłowości pomiarów przeprowadzonych przez Maćka. Również prawidłowo ocenili fałszywość pozostałych trzech stwierdzeń; udział poprawnych odpowiedzi wynosił od 70% do 89%. Całość zadania, poprawną ocenę wszystkich czterech stwierdzeń chłopców wykonało 49% badanych absolwentów gimnazjum.

Zadanie było nietypowe, ale nietrudne i tak również postrzegali je uczniowie, co widać po wynikach badania. Warto takie nietypowe zadania omawiać z uczniami, aby wyrywać ich ze schematów myślowych, aby uświadamiali sobie pewne fakty, które przyjmują za oczywiste (np. kolejność na mecie nie musi oznaczać kolejności miejsc w wyścigu). Niby łatwe zadanie, ale jednak zmusza trochę do myślenia, a przynajmniej do przeanalizowania konkretnej sytuacji, a nie tylko trzymania się kurczowo utartych schematów.

Słowa kluczowe pomiar czasu | prędkość

Nanodruty

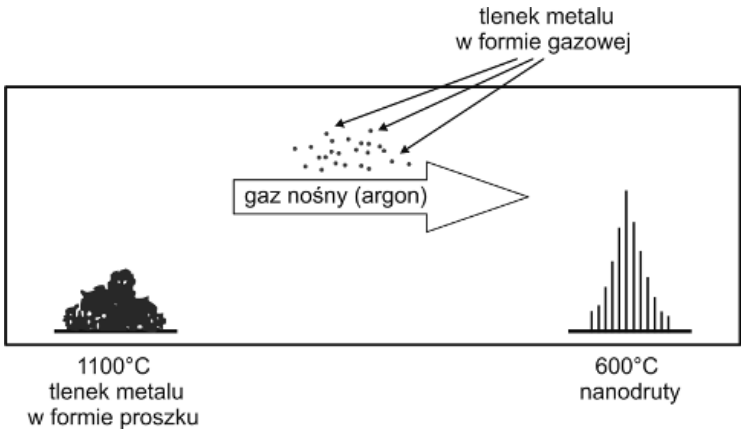
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Zadanie 1

Od kilku lat w najnowocześniejszych laboratoriach świata wytwarza się mikroskopijne druciki zwane nanodrutami (o średnicy mniejszej od 0,1 mikrometra).

Metoda ich otrzymywania jest bardzo prosta. Przy odpowiednio niskim ciśnieniu (około 100 hPa) i przy odpowiednio wysokiej temperaturze (około 1100°C) następuje przejście sproszkowanego tlenku metalu ze stanu stałego bezpośrednio w stan gazowy.

Tlenek metalu w fazie gazowej jest transportowany wzdłuż specjalnej komory w kierunku jej końca o niższej temperaturze. Po obniżeniu temperatury przechodzi on bezpośrednio ze stanu lotnego w stan stały, krystalizując w postaci nanodrutów.



(1) Na podstawie powyższego tekstu można stwierdzić, że w temperaturze 1100°C następuje

☐A. topnienie

☐B. sublimacja

☐C. odparowanie

tlenku metalu,

(2) natomiast w temperaturze 600°C następuje jego

☐A. skraplanie.

☐B. krzepnięcie.

☐C. resublimacja.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - B,

2 - C

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji

Komentarz

Prezentowane zadanie sprawdza umiejętność analizy tekstu popularnonaukowego i zostało wykorzystane w badaniu w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Tematyka zadania dotyczy metody wytwarzania nanodrutów. Metoda ta została szczegółowo opisana w tekście: w wysokiej temperaturze i pod odpowiednim ciśnieniem sproszkowany tlenek metalu przechodzi bezpośrednio w stan gazowy, a następnie (w niższej temperaturze) powraca ze stanu gazowego do stanu stałego, krystalizując w postaci mikroskopijnych drucików.

Na podstawie powyższych informacji uczeń powinien zauważyć, że w temperaturze 1100°C następuje zjawisko sublimacji, ponieważ ciało stałe ulega przemianie w gaz z pominięciem fazy ciekłej. Zjawisko zachodzące w temperaturze 600°C jest procesem odwrotnym, nazywanym resublimacją. W tym przypadku przejście ze stanu gazowego w stan stały również odbywa się z pominięciem fazy ciekłej.

Prawidłowo rozwiązało to zadanie 43% uczniów biorących udział w badaniu, przy czym rozwiązywalność pierwszej jego części wyniosła 61%, a drugiej – 51%.

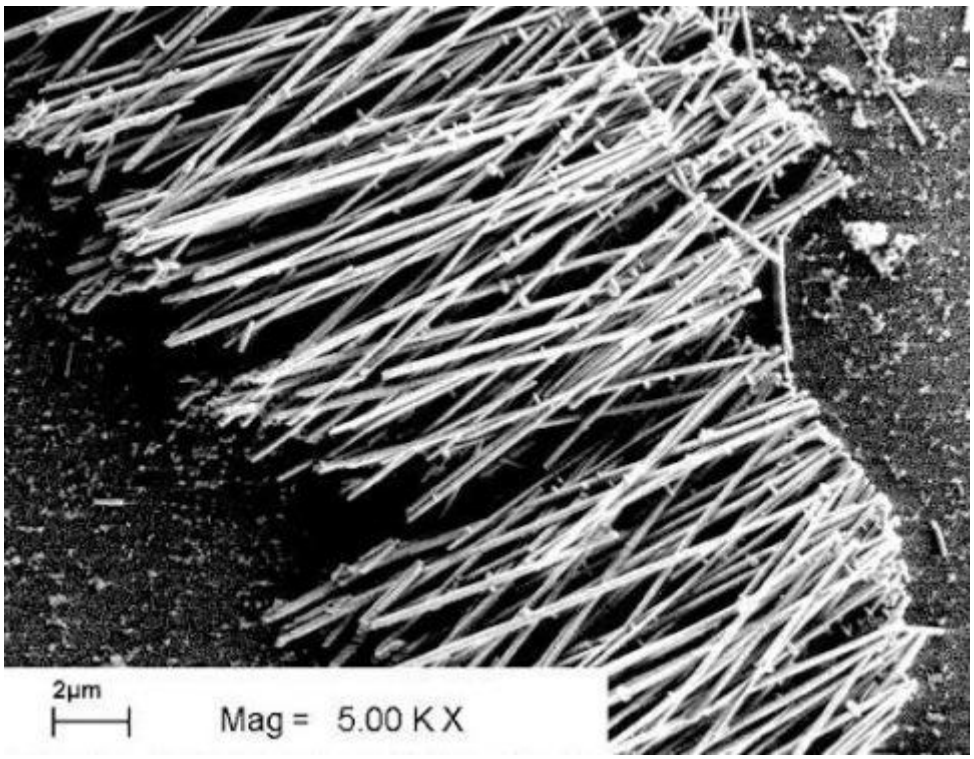
W pierwszej części zadania) najczęściej udzielaną odpowiedzią nieprawidłową była odpowiedź C – 27% uczniów uznało, że w temperaturze 1100°C dochodzi do odparowania tlenku metalu. Podobny odsetek uczniów (33%) uznał z kolei, że w temperaturze 600°C dochodzi do zjawiska krzepnięcia. Być może zatem niektórzy uczniowie nie rozumieją pojęć sublimacja i resublimacja, uważając, że każde zjawisko prowadzące do przejścia substancji w stan gazowy jest parowaniem i analogicznie – każde zjawisko prowadzące do przejścia substancji w stan stały jest krzepnięciem. Warto zatem poświęcić na lekcji nieco czasu na dokładne omówienie zjawisk związanych ze zmianą stanu skupienia substancji oraz wyjaśnienie różnic pomiędzy tymi zjawiskami.

Słowa kluczowe

resublimacja | sublimacja

Zadanie 2

Od kilku lat w najnowocześniejszych laboratoriach świata wytwarza się mikroskopijne druciki zwane nanodrutami (o średnicy mniejszej od 0,1 mikrometra). Na poniższym rysunku przedstawiono przykład nanodrutów otrzymanych na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.



Źródło rysunku: http://www.chem.uw.edu.pl/labs/elektrochemia/Nanogaleria/zdjecia/Pdnanodruty.JPG

Na podstawie zdjęcia możemy oszacować, że długość otrzymanych nanodrutów jest rzędu

☐A. jednej dziesiątej centymetra.

☐B. jednej setnej centymetra.

☐C. jednej setnej milimetra.

☐D. jednej tysięcznej milimetra.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych
8.4. Wymagania przekrojowe. Uczeń przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-). Przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba)

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność szacowania przez uczniów rzędu wielkości i zostało wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Aby je rozwiązać, uczeń powinien zauważyć, że długość przeciętnego nanodrutu na załączonym zdjęciu jest około pięć razy większa niż długość podziałki oznaczającej 2 mm. Wynika z tego, że długość nanodrutu jest rzędu 10 mm. Mikrometr ($1\ mm = 10^{-6}\ m$) to inaczej tysięczna część milimetra ($1\ mm = 10^{-3}\ m$), a zatem dziesięć mikrometrów możemy wyrazić jako dziesięć tysięcznych, czyli jedną setną milimetra. Wobec tego prawidłowym rozwiązaniem zadania jest odpowiedź C. Takiej odpowiedzi w badaniu udzieliło 33% uczniów.

Najczęściej wybierana była nieprawidłowa odpowiedź D (37%). Wydaje się możliwe, że udzielający takiej odpowiedzi uczniowie „gubili” w trakcie przeliczeń cyfrę 10 stojącą przed jednostką. Prawdopodobnie po ustaleniu, że jeden mikrometr jest równy jednej tysięcznej milimetra zapominali oni o przemnożeniu uzyskanego wyniku przez dziesięć. Pozostałe dwie odpowiedzi były wybierane dwukrotnie rzadziej – na odpowiedź A zdecydowało się 14%, a na odpowiedź B – 16% osób biorących udział w badaniu.

Wynik badania świadczy o tym, że na poziomie gimnazjum uczniowie mają problemy związane z przeliczaniem wielokrotności i podwielokrotności jednostek fizycznych, co może rzutować na umiejętność szacowania rzędu spodziewanego wyniku. Ponieważ ta ostatnia umiejętność jest przydatna praktycznie we wszystkich dziedzinach życia, ważne jest aby uczniowie opanowali ją w stopniu wystarczającym do sprawnego funkcjonowania we współczesnym świecie.

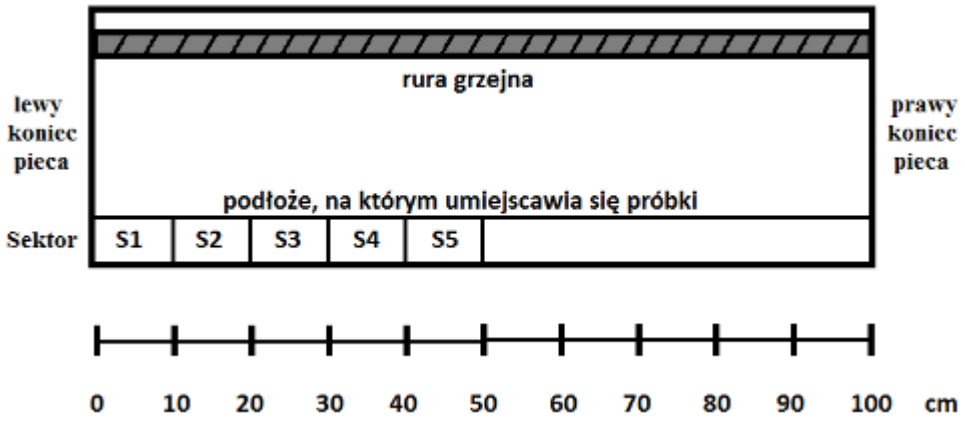
Słowa kluczowe

szacowanie rzędu wielkości | wielokrotności i podwielokrotności jednostek fizycznych

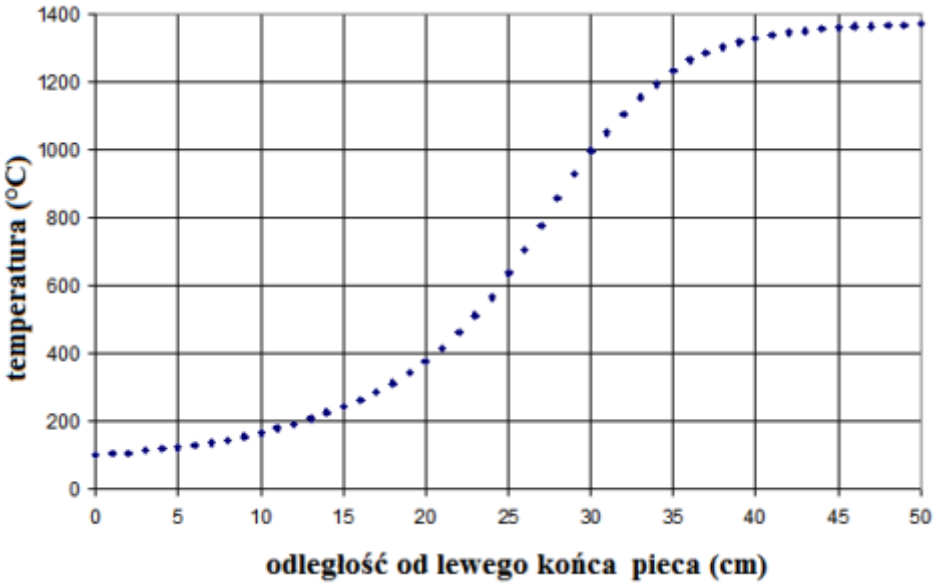
Piec do wytwarzania nanodrutów

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Piec w którym otrzymuje się nanodruty (czyli druciki o średnicy mniejszej od 0,1 mikrometra), wykorzystywane do budowy niektórych nowoczesnych urządzeń elektronicznych, jest wyposażony w specjalną rurę grzejną (rysunek 1). Temperatura w piecu, mierzona przy jego podłożu, jest najwyższa w środku, a najniższa przy obu jego końcach (rysunek 2).



Rys. 1. Schemat budowy pieca



Rys. 2. Wykres zależności temperatury w piecu, mierzonej przy podłożu, od odległości od jego lewego końca.

Prezentowana wiązka zadań została wykorzystano w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Tematyka zadań jest nietypowa jak na ten etap edukacyjny i dotyczy metodologii wytwarzania nanodrutów. Wprawdzie zagadnienie to jest przedmiotem zainteresowania wielu laboratoriów naukowych, a same nanodruty znajdują coraz szersze zastosowanie, niemniej poniższa wiązka niekoniecznie musi służyć do rozbudzania ciekawości naukowej uczniów. Poszczególne zadania mierzą konkretne umiejętności złożone, związane z odczytywaniem i przetwarzaniem informacji przedstawionych w formie wykresów i schematów. Dzięki nawiązaniu do zupełnie nowej, z perspektywy

ucznia, tematyki, do rozwiązania tych zadań nie jest konieczna wiedza pamięciowa – w zupełności wystarczą informacje zawarte w tekście. Warto wykorzystać poniższe zadania na lekcji, czy to w celu sprawdzenia, na ile uczniowie radzą sobie z wykresami, czy też w celu treningu odpowiednich umiejętności.

Zadanie 1

Na podstawie zamieszczonych rysunków oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

	Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1.	Temperatura w piecu rośnie proporcjonalnie z odległością od jego lewego końca.	☐Tak / ☐Nie
2.	Temperatura próbki umieszczonej w sektorze S2 nie przekracza 400°C.	☐ Tak / ☐Nie
3.	Maksymalna temperatura jaką można uzyskać przy podłożu tego pieca wynosi 1500°C.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Nie,

2 - Tak,

3 - Nie

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

W przypadku tego zadania uczeń na podstawie tekstu i zamieszczonych wykresów powinien dokonać oceny prawdziwości stwierdzeń zestawionych w tabeli. Na rysunku 1 został przedstawiony schemat budowy pieca do wytwarzania nanodrutów. W piecu tym można wyróżnić dziesięć sektorów każdy o długości 10 cm. Na rysunku zaznaczono tylko pięć pierwszych sektorów, znajdujących się w lewej połowie pieca, ponieważ tylko do tych sektorów odnosi się rysunek 2, ilustrujący zależność temperatury panującej w danym sektorze od jego odległości od lewego końca pieca.

Pierwsze stwierdzenie prawidłowo oceniło jedynie 37% osób biorących udział w badaniu, zauważając, że wzrost temperatury w piecu nie jest proporcjonalny do odległości od jego lewego końca. Wiersz ten byłby prawdziwy, gdyby na rysunku 2 zależność była przedstawiona za pomocą linii prostej. Tymczasem z wykresu wynika, że zależność ta jest opisana znacznie bardziej skomplikowaną funkcją.

Prawdopodobnie uczniowie udzielający nieprawidłowej odpowiedzi nie rozumieli, co oznacza stwierdzenie „rośnie proporcjonalnie z” i sam wzrost temperatury uznali za kryterium przesądzające o prawdziwości ocenianego stwierdzenia.

Znacznie mniej problematyczne okazało się stwierdzenie drugie. W tym przypadku aż 82% uczniów odpowiedziało prawidłowo, że temperatura próbki umieszczonej w sektorze S2 nie przekracza 400°C. Aby rozwiązać tę część zadania należało sprawdzić w jakim zakresie odległości od lewego końca pieca znajduje się sektor S2. Z rysunku 1 odczytujemy, że sektor ten mieści się pomiędzy 10. a 20. centymetrem pieca. Posługując się rysunkiem 2 ustalamy z kolei, że panują w nim temperatury nie przekraczające 400°C.

Najmniej kłopotów sprawiło uczniom stwierdzenie trzecie. Jego rozwiązywalność wyniosła w badaniu 93%. Z wykresu 2 odczytujemy, że temperatura w środku pieca nie przekracza 1400° C, co przesądza o nieprawdziwości stwierdzenia „maksymalna temperatura jaką można uzyskać w piecu wynosi 1500°C”. Całość zadania rozwiązało 31% uczniów, przy czym warto zauważyć, że większość osób prawidłowo oceniających pierwsze stwierdzenie, oceniła prawidłowo również dwa pozostałe. Zadanie to sprawdza umiejętność przetwarzania informacji przedstawionych w formie graficznej. Można wykorzystać je na lekcji, w celu przećwiczenia z uczniami umiejętności pracy z wykresem. Może ono również okazać się przydatne do zapoznania uczniów z konkretnymi zastosowaniami matematyki w fizyce. W tym przypadku rysunek 2 może posłużyć do wprowadzenia pojęcia zależności nieliniowej oraz wartości maksymalnej i minimalnej.

Słowa kluczowe

proporcjonalność prosta | temperatura | wykres

Zadanie 2

Załóżmy, że chcemy wykorzystać piec do wytwarzania nanodrutów w innym celu. W których dwóch sektorach pieca należy umieścić tlenek cyny(IV), aby na pewno uległ on stopieniu, ale aby jednocześnie nie doprowadzić go do wrzenia? Temperatura topnienia cyny w warunkach panujących w piecu wynosi 950° C, a temperatura jej wrzenia to 1600° C.

Sektor	Wstaw X, jeżeli można w tym sektorze umieścić próbkę
S1	
S2	
S3	
S4	
S5	

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

S4,

S5

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

Komentarz

Zadanie to sprawdza umiejętność wnioskowania na podstawie tekstu, jak również umiejętność rozumienia informacji przedstawionej w postaci graficznej (w tym przypadku – wykresu). Zadanie stawia ucznia przed problemem do rozwiązania: należy wskazać te sektory pieca, w których tlenek cyny (IV) ulegnie stopnieniu, ale nie zostanie doprowadzony do wrzenia. Z tekstu dowiadujemy się, że w warunkach panujących w piecu cyna topi się w temperaturze 950^{o} C, a wrze – w temperaturze 1600° C.

Na podstawie rysunku 1 ustalamy, że długość każdego sektora wynosi 10 cm. Zgodnie z rysunkiem 2 w żadnym miejscu pieca temperatura nie przekracza 1400° C, zatem z pewnością cyna nie zostanie doprowadzona do wrzenia, niezależnie od tego w którym sektorze ją umieścimy. Teraz musimy sprawdzić, w których sektorach temperatura jest wystarczająca, aby stopić cynę. Odpowiednie warunki zostają osiągnięte dopiero w odległości wynoszącej niespełna 30 cm od lewego końca pieca – w sektorach S1 i S2 nie osiągamy wystarczająco wysokiej temperatury. Zauważmy, że miejsce w którym panuje temperatura wystarczająca do stopienia cyny znajduje się na prawym końcu sektora S3. Temperatura na lewym końcu tego samego sektora jest jednak znacznie niższa – wynosi 400° C. Umieszczenie cyny w tym sektorze nie gwarantuje zatem jej roztopienia. Tylko w sektorach S4 i S5 cyna na pewno ulegnie stopieniu. Takiej odpowiedzi udzieliło 25% osób biorących udział w badaniu.

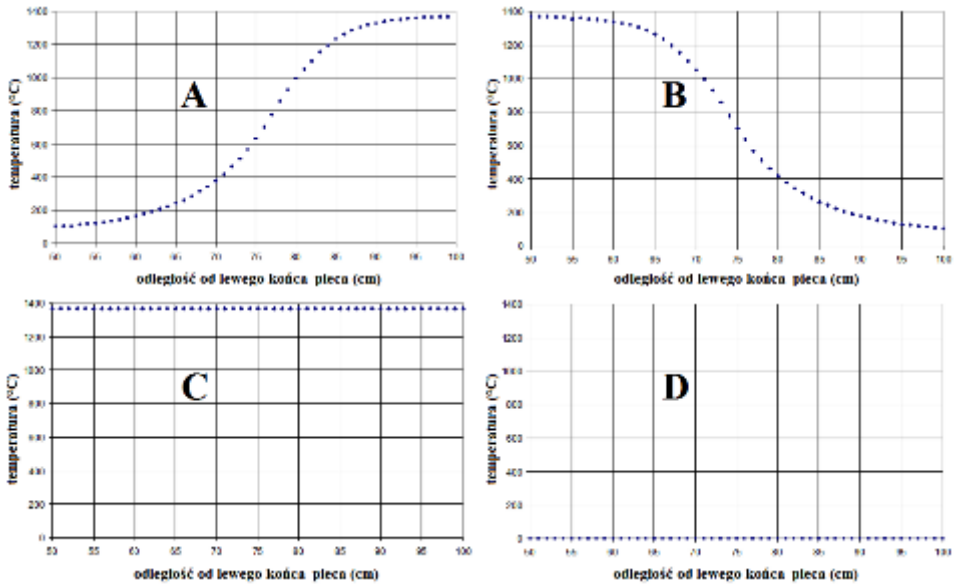
Jakkolwiek gimnazjaliści nie mieli większych wątpliwości co do sektorów S1 i S2 (w obu przypadkach wskazało je błędnie jako miejsca spełniające założone warunki zaledwie kilkanaście procent uczniów) to sektor S3 błędnie wskazało już 37% osób. Także w przypadku sektorów S4 i S5 osoby biorące udział w badaniu miały sporo wątpliwości – rozwiązywalność tych wierszy wynosiła odpowiednio 59 i 47%.

Słowa kluczowe

temperatura topnienia, | temperatura wrzenia

Zadanie 3

Który z poniższych wykresów przedstawia zależność temperatury od odległości od lewego końca pieca? Zwróć uwagę, że zakres odległości na poniższych wykresach to 50 do 100 cm od lewego końca pieca**. Zakreśl prawidłową odpowiedź.**



Rysunek własny, autor: Michał Sitarz

☐**A.**

☐**B.**

☐**C.**

☐**D.**

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

We wstępie do zadania zamieszczony został wykres zależności temperatury w piecu od odległości od jego lewego końca w zakresie odległości od 0 do 50 cm. Aby rozwiązać zadanie uczeń powinien wskazać analogiczny wykres, sporządzony dla zakresu odległości od 50 do 100 cm. Należy przy tym pamiętać, że

temperatura jest najwyższa w środku pieca, a najniższa na jego końcach. Skoro piec ma długość 100 cm, oznacza to, że maksymalna wartość temperatury jest osiągana w odległości 50 cm od jego lewego końca, a wartości minimalne – w odległościach 0 i 100 cm. Jeśli ograniczymy się do zakresu odległości podanego w zadaniu, okazuje się, że warunki te spełnia jedynie wykres przedstawiony na rysunku B. Jako prawidłową odpowiedź wskazało ten wykres 50% osób biorących udział w badaniu.

Najczęściej wybieraną odpowiedzią nieprawidłową była odpowiedź A (25% zaznaczeń). Być może część uczniów nie doczytała uważnie treści zadania i nie zrozumiała, że na podstawie podanych informacji mają znaleźć wykres będący „kontynuacją" wykresu przedstawionego we wstępie. Rzadziej wskazywany był wykres C – 15% uczniów wybrało taką odpowiedź. W tym przypadku uczniowie prawdopodobnie nie zrozumieli informacji dotyczącej wartości temperatury osiąganych na końcach pieca, dlatego też wskazali wykres, który wprawdzie da się połączyć z wykresem przedstawionym we wstępie w punkcie odległym o 50 cm od lewego końca pieca, jednak dalszy przebieg funkcji ilustrującej zależność temperatury od odległości nie odzwierciedla już warunków opisanych w zadaniu. Na odpowiedź D zdecydowało się najmniej, bo zaledwie 7% osób. Najprawdopodobniej byli to uczniowie, którzy wybierali odpowiedź losowo.

Uzyskane wyniki sugerują, że uczniowie gimnazjum mają spore trudności z interpretacją wykresów oraz powiązaniem informacji tekstowej z informacją graficzną. Na ten sam problem wskazują wyniki uzyskane dla innych zadań wymagających pracy z wykresami lub schematami, dlatego warto na lekcji poświęcić nieco czasu na kształtowanie tego typu umiejętności. Dobrą okazją do treningu umiejętności sporządzania i odczytywania wykresów mogą być wszelkiego rodzaju ćwiczenia doświadczalne, w trakcie których uczeń bada zależność między dwiema wielkościami fizycznymi.

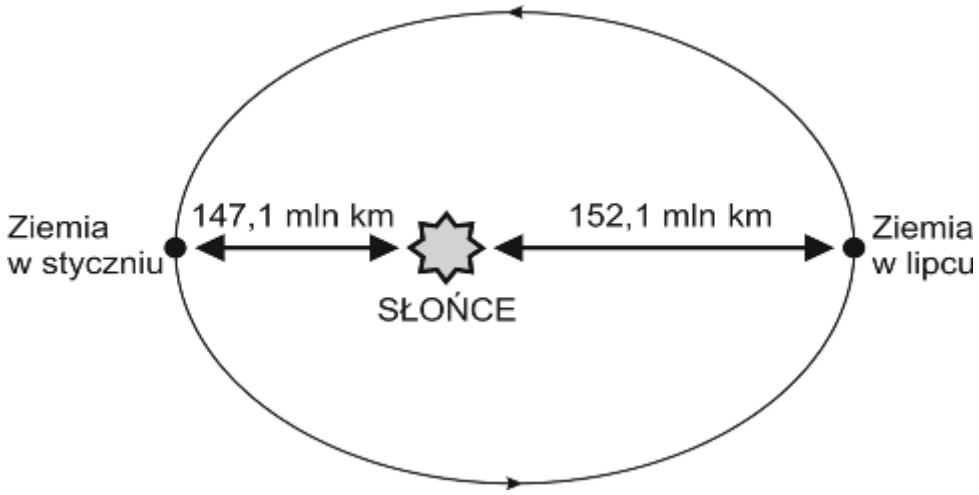
Słowa kluczowe

temperatura | wartość maksymalna | wykres

Pory roku

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Średnia odległość Ziemi od Słońca wynosi około 149,6 milionów kilometrów. Orbita Ziemi ma kształt elipsy, przy czym w rzeczywistości spłaszczenie elipsy jest znacznie mniejsze niż na poniższej ilustracji. Na rysunku zaznaczono położenia Ziemi, w których jej odległość od Słońca jest maksymalna i minimalna. Podano też, jakim miesiącom w roku odpowiadają te położenia.



Na podstawie podanych informacji rozstrzygnij, czy występowanie pór roku na Ziemi wynika ze zmian odległości Ziemi od Słońca.

(1) Występowanie pór roku na Ziemi

☐A. wynika

☐B. nie wynika

ze zmian odległości Ziemi od Słońca,

(2) ponieważ

☐A. Ziemia porusza się wokół Słońca po elipsie.

☐B. odległość Ziemia-Słońce zmienia się w ciągu roku.

☐C. zmiana odległości Ziemia-Słońce jest niewielka.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

(1) - B,

(2) - C

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

Komentarz

Występowanie pór roku na Ziemi jest rzeczą oczywistą, szczególnie dla mieszkańców naszych szerokości geograficznych. Bezpośrednią przyczyną tego zjawiska jest fakt iż oś ziemska jest nachylona pod pewnym kątem do płaszczyzny w której Ziemia obiega Słońce. Dzięki temu warunki oświetleniowe panujące na danym obszarze są ściśle związane z ruchem obiegowym naszej planety i powtarzają się cyklicznie w odstępie rocznym. Niemniej eliptyczny kształt ziemskiej orbity sam w sobie nie jest przyczyną powstawania pór roku. Taki kształt orbity powoduje jedynie niewielką różnicę pomiędzy długością lata a zimy. W naszych szerokościach geograficznych zima trwa o kilka dni krócej niż lato, ponieważ Ziemia znajduje się wówczas najbliżej Słońca i porusza się z maksymalną prędkością.

Prezentowane zadanie sprawdza umiejętność poprawnej interpretacji przyczyn występowania pór roku na Ziemi. Na dołączonym do zadania rysunku przedstawione zostało położenie Ziemi względem Słońca w styczniu oraz lipcu. Podana została również odległość pomiędzy Ziemią a Słońcem w tych miesiącach. Porównanie wartości liczbowych nie pozostawia wątpliwości, że zmiana odległości Ziemia-Słońce w trakcie ruchu obiegowego Ziemi jest niewielka. Również w treści zadania podano informację, że spłaszczenie ziemskiej orbity jest znacznie mniejsze niż zostało to zobrazowane na rysunku. Zatem dokładne przeanalizowanie rysunku powinno doprowadzić do wniosku, że prawidłową odpowiedzią jest kombinacja odpowiedzi 1.B. i 2.C.: „Występowanie pór roku na Ziemi nie wynika ze zmian odległości Ziemi od Słońca, ponieważ zmiana odległości Ziemia-Słońce jest niewielka”. Warto zauważyć, że gdyby

rzeczywiście pory roku były skutkiem zmiany odległości pomiędzy Ziemią a Słońcem, zimą w naszych szerokościach geograficznych byłoby cieplej niż latem, ze względu na fakt, że w tym okresie nasza planeta znajduje się najbliżej Słońca.

W badaniu w którym wzięli udział uczniowie trzecich klas gimnazjum prawidłowej odpowiedzi udzieliło zaledwie 10% uczniów. Większość osób (81%) w pierwszej części zadania wybierało odpowiedź A, twierdząc, że „występowanie pór roku na Ziemi wynika ze zmian odległości Ziemi od Słońca". Uczniowie decydujący się na taką odpowiedź najczęściej podawali w drugiej części zadania wyjaśnienie B. „ponieważ odległość Ziemia-Słońce zmienia się w ciągu roku". Niemniej, jak już wspomniano, zmiana odległości pomiędzy Ziemią a Słońcem jest minimalna i w żaden sposób nie może stanowić wyjaśnienia obserwowanego zjawiska.

Badania przeprowadzone przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych wykazały, że podobny problem pojawia się w przypadku zadań z geografii poświęconych temu samemu zagadnieniu. Być może przyczyną problemu jest fakt, że uczniowie nie rozumieją jak istotnym czynnikiem w powstawaniu pór roku jest nachylenie osi ziemskiej w stosunku do płaszczyzny jej orbity, uznając za przyczynę zjawiska ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca. Jednak wyjaśnienie to jest niepełne, ponieważ sam ruch obiegowy nie wystarcza aby wywołać zjawisko pór roku – w Układzie Słonecznym nie obserwujemy tego zjawiska jedynie dla planet dla których nachylenie osi do płaszczyzny orbity jest minimalne.

Słowa kluczowe

nachylenie orbity | pory roku

Uwagi końcowe

Wymagania szczegółowe:

Przyroda, Szkoła podstawowa.

11. 8) wykazuje zależność między ruchem obiegowym Ziemi a zmianami pór roku.

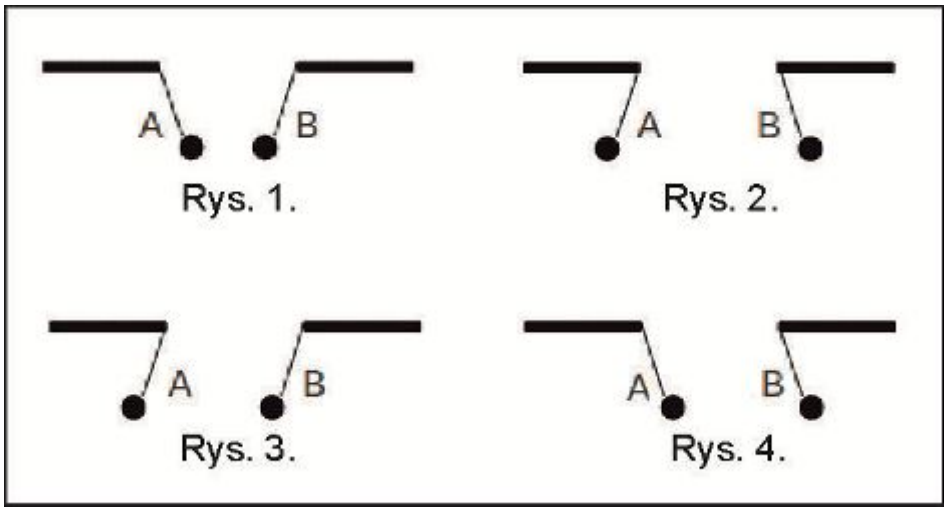
Naładowane kulki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowana wiązka zadań sprawdza umiejętność przewidywania wyników prostych doświadczeń w oparciu o elementarną wiedzę z dziedziny elektrostatyki. Została ona wykorzystana w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Oba zadania dotyczą sytuacji, w której oddziałują ze sobą naelektryzowane kulki zawieszone obok siebie na nitkach. W zadaniach przyjęto założenie, że oprócz siły oddziaływania elektrostatycznego, działa na kulki jedynie siła ciężkości.

Zadanie 1

Mirek zapamiętał z lekcji, że naelektryzowane kulki, zawieszone obok siebie, odchylają się w bok. Narysował cztery różne schematy i próbował określić jakim sytuacjom mogą one odpowiadać. Przyjął, że na zachowanie kulek wpływa tylko siła ciężkości i siły wzajemnego oddziaływania elektrostatycznego.



Przyporządkuj każdemu z powyższych rysunków odpowiedni opis.

Rysunek	**Opis**
1.	☐A. Dotyczy ładunków jednoimiennych. ☐B. Dotyczy ładunków różnoimiennych. ☐C. Rysunek jest wykonany błędnie.
2.	☐A. Dotyczy ładunków jednoimiennych. ☐B. Dotyczy ładunków różnoimiennych. ☐C. Rysunek jest wykonany błędnie.
3.	☐A. Dotyczy ładunków jednoimiennych. ☐B. Dotyczy ładunków różnoimiennych. ☐C. Rysunek jest wykonany błędnie.
4.	☐A. Dotyczy ładunków jednoimiennych. ☐B. Dotyczy ładunków różnoimiennych. ☐C. Rysunek jest wykonany błędnie.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.- B.

2. - A.

3. - C.

4. - C.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

4.2. Elektryczność. Uczeń opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych

Komentarz

Aby rozwiązać zadanie, należy zastanowić się, w jaki sposób będą ze sobą oddziaływać dwie naładowane kulki, zawieszone na nitkach. Wyobraźmy sobie sytuację, w której kulki nie są naładowane i działa na nie jedynie siła ciężkości, spowodowana przyciąganiem grawitacyjnym pomiędzy kulkami a Ziemią. Nitki, na których zostały zawieszone kulki, zostają naciągnięte pod wpływem ich ciężaru, a kąt, jaki tworzą z kierunkiem pionowym wynosi zero. Jeśli naładujemy je ładunkami jednoimiennymi, kulki zaczną się odpychać, niezależnie od tego, czy będzie to ładunek o znaku dodatnim, czy ujemnym. W rezultacie obie nitki odchylą się od pionu w przeciwne strony i kulki oddalą się od siebie. Tej sytuacji odpowiada rysunek drugi.

Jeśli z kolei naładujemy kulki różnoimiennie, będą się przyciągać. Nitki odchylą się od pionu w taki sposób, że kulki się zbliżą. Nie ma przy tym znaczenia, która z kulek zostanie naładowana ładunkiem o znaku dodatnim, a która ładunkiem o znaku ujemnym. Efekt w obu przypadkach będzie identyczny i odpowiada on sytuacji pokazanej na rysunku pierwszym. Nie istnieje natomiast możliwość, aby przy założeniach przyjętych w zadaniu kulki zachowały się w sposób zobrazowany na dwóch ostatnich rysunkach. Musiałaby działać na nie co najmniej jeszcze jedna siła, co jest sprzeczne z tekstem zadania. Rysunki te są wobec tego wykonane błędnie i nie odzwierciedlają opisanej sytuacji.

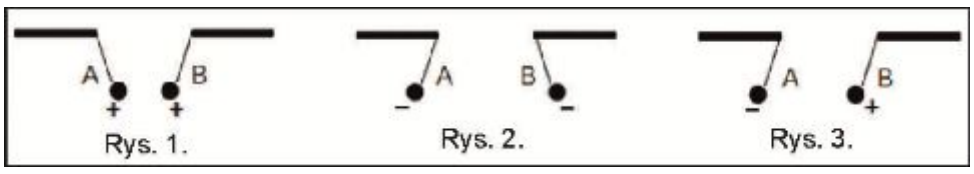
Rysunek pierwszy prawidłowo oceniło 72% uczniów, rysunek drugi – 66%, a dwa kolejne – odpowiednio 65 i 78%. Całość zadania prawidłowo rozwiązało 50% uczniów. Ponieważ zadanie dobrze różnicuje uczniów, można przypuszczać, że osoby te udzielały odpowiedzi świadomie, analizując szczegółowo przedstawione sytuacje. Być może trudność zadania wynika z tego, że na III etapie edukacyjnym uczniowie nie posługują się jeszcze pojęciem wielkości wektorowych. Wprawdzie znajomość rachunku wektorowego nie jest tu konieczna, jednak rozrysowanie sił działających na każdą z kulek i znalezienie siły wypadkowej, mogłoby w tym przypadku okazać się pomocne dla ucznia.

Słowa kluczowe

elektryzowanie | oddziaływanie elektrostatyczne

Zadanie 2

Mirek zapamiętał z lekcji, że naelektryzowane kulki, zawieszone obok siebie, odchylają się w bok. Narysował trzy różne schematy. Zaznaczył na rysunku znaki ładunków kulek. Przyjął, że na zachowanie kulek wpływa tylko siła ciężkości i siły wzajemnego oddziaływania elektrostatycznego.



Rozstrzygnij, które z powyższych rysunków odpowiadają możliwym sytuacjom, a które nie.

Rysunek	Czy odpowiada możliwej sytuacji?
1.	☐Tak / ☐Nie
2.	☐Tak / ☐Nie
3.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - Nie.

2. - Tak.

3. - Nie

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

4.2. Elektryczność. Uczeń opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych

Komentarz

Ten wariant zadania mocniej niż poprzedni koncentruje się na samej istocie oddziaływania elektrostatycznego i związku pomiędzy znakami oddziałujących ładunków, a kierunkiem siły elektrostatycznej. Uczeń również musi dokonać oceny kilku rysunków, tym razem jednak przy kulkach zaznaczony jest znak ich ładunku.

Na rysunku pierwszym przedstawiona jest nierealna z punktu widzenia praw fizyki sytuacja, w której dwa ładunki dodatnie przyciągają się. Ponieważ są to ładunki jednoimienne, powinny się odpychać. W tym przypadku prawidłowiej odpowiedzi udzieliło 67% osób biorących udział w badaniu. Podobna była rozwiązywalność kolejnego etapu zadania - 71% uczniów oceniło drugi rysunek jako sytuację możliwą, dostrzegając, że mamy tu do czynienia z ładunkami jednoimiennymi, które powinny się odpychać.

Ostatni rysunek okazał się najłatwiejszy do oceny. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło w tym przypadku aż 77% uczniów. Ponieważ ładunki mają różne znaki, powinny się przyciągać. Tym czasem sytuacji przedstawionej na rysunku nie da się uzyskać przy założeniach przyjętych w zadaniu (to znaczy bez wprowadzenia dodatkowych sił działających na kulki).

Całość zadania prawidłowo rozwiązało 51% uczniów. Choć jest to wynik zbliżony do wyniku poprzedniego zadania, różnicowanie jest w tym przypadku wyraźnie słabsze. Wydaje się zatem, że znaczna część uczniów ma problemy z całościowym rozumieniem zjawisk związanych z wzajemnym oddziaływaniem ładunków, nawet w sytuacjach w których zjawiska te są rozważane na bardzo prostym poziomie.

Słowa kluczowe

elektryzowanie | oddziaływanie elektrostatyczne

Biegiem do toalety

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Podczas wakacji Marek zauważył, że czasami tabliczki wskazujące toalety opatrzone są zabawnymi komentarzami.

Które z podanych komentarzy są poprawne, a które niepoprawne z punktu widzenia fizyki?

Komentarz	Poprawne czy niepoprawne?
1. "Toaleta 200 m, biegiem 100 m."	☐ Poprawne / ☐Niepoprawne
2. "Toaleta: marszem 2 min, biegiem 1 min."	☐ Poprawne / ☐Niepoprawne
3. "Toaleta 200 m, biegiem 1 min."	☐ Poprawne / ☐Niepoprawne

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - niepoprawne

2. - poprawne

3. - poprawne

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości

Komentarz

Prezentowane zadanie sprawdza umiejętność rozumienia fizycznego sensu takich pojęć jak droga i prędkość. W badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjów prawidłowo rozwiązało je 42% uczniów. Aby rozwiązać to zadanie należało ocenić każdy z komentarzy pod kątem tego, czy jest poprawny z punktu widzenia fizyki.

Pierwszy wiersz, brzmiący „Toaleta 200 m, biegiem 100 m” nie jest poprawny. Skoro podana została odległość do toalety w sytuacji, w której zmierzamy do niej marszem, to nie jest możliwe, aby odległość ta zmniejszyła się dwukrotnie, gdy biegniemy. Dwukrotnie mogłaby się zwiększyć jedynie prędkość, co nie wpływa przecież na dystans dzielący nas od celu. Prawidłowej oceny dokonało w przypadku tego wiersza 77% uczniów.

Drugi wiersz brzmiący „Toaleta: marszem 2 min, biegiem 1 min” jest poprawny. Biegnąc, osiągamy większą prędkość niż w trakcie marszu, zatem skraca się wówczas czas dotarcia do toalety. Rozwiązywalność tej części zadania była nieco wyższa niż rozwiązywalność wiersza pierwszego i wyniosła w badaniu 83%.

Najbardziej problematyczny okazał się dla uczniów wiersz trzeci „Toaleta 200 m, biegiem 1 min”. W tym przypadku mamy podaną odległość do toalety oraz czas, jaki zajmie nam dotarcie do niej. Z fizycznego punktu widzenia wiersz ten jest poprawny i oznacza tylko tyle, że przy prędkości, jaką osiągamy przeciętnie w trakcie biegu, pokonamy dystans dzielący nas od toalety w ciągu jednej minuty. Prawidłowej oceny tego wiersza dokonało 53% osób biorących udział w badaniu.

Wydaje się, że największą trudnością zadania była jego nietypowa forma. Z dotychczasowych badań przeprowadzonych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych wynika, że uczniowie gimnazjum mają problemy z zadaniami wymagającymi zastosowania prostych zależności fizycznych w sytuacjach praktycznych. Warto w takim razie ćwiczyć z uczniami na lekcji zadania kształtujące rozumienie pojęć fizycznych związanych z ruchem ciała (między innymi droga i prędkość), nie poprzestając jedynie na zadaniach rachunkowych.

Słowa kluczowe

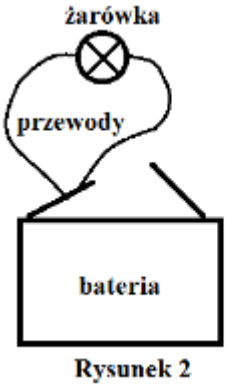
czas | droga | prędkość

Obwody elektryczne

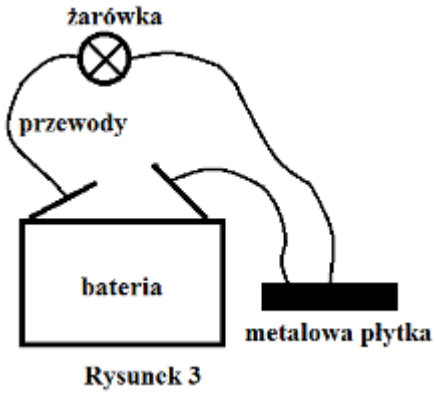
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Kasia miała do dyspozycji żarówkę, baterię, przewody elektryczne oraz przewodzącą metalową płytkę. Na poniższych rysunkach są przedstawione schematy obwodów, które testowała Kasia.

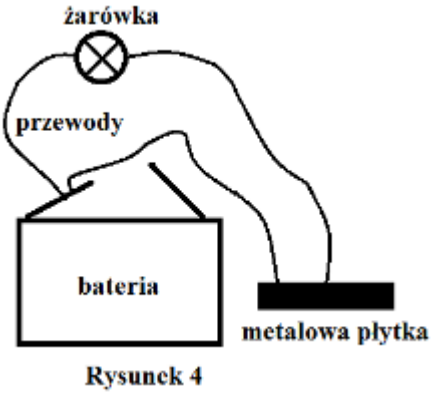
Rysunek 1



Rysunek 2



Rysunek 3



Rysunek 4

Tylko w przypadku niektórych obwodów żarówka się zaświeciła. Wskaż te obwody, zaznaczając odpowiednie pola w poniższej tabeli.

Schemat obwodu	Czy żarówka się świeciła?
1. Rysunek 1	☐Tak / ☐Nie
2. Rysunek 2	☐Tak / ☐Nie
3. Rysunek 3	☐Tak / ☐Nie
4. Rysunek 4	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - Tak

2. - Nie

3. - Tak

4. - Nie

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

4.3. Elektryczność. Uczeń odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady obu rodzajów ciał
4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego
4.9. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych

Komentarz

Zadanie zostało wykorzystane w badaniu w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Sprawdza ono umiejętność projektowania prostych obwodów elektrycznych na przykładzie obwodu elektrycznego, w którym jako źródło prądu wykorzystana została płaska bateria. Połączona z baterią żarówka może się zaświecić tylko w przypadku, gdy przepływa przez nią prąd elektryczny, a zatem gdy istnieje różnica napięć pomiędzy końcami włókna żarówki. Aby uzyskać różnicę napięć należy przy pomocy przewodników zbudować obwód, w którym żarówka jest wpięta pomiędzy bieguny baterii. Warianty tego połączenia pokazane są na rysunkach 1 i 3. Zarówno kawałki przewodów jak i metalowa płytka są przewodnikami i w obu powyższych przypadkach żarówka się zaświeci. Prawidłowej oceny rysunku 1 i rysunku 3 dokonało odpowiednio 94% i 97% uczniów.

Na rysunkach 2 i 4 przedstawiono obwody, w przypadku których żarówka nie będzie świecić, ponieważ została połączona tylko z jednym biegunem baterii. Na końcach włókna żarówki nie ma zatem różnicy napięć, która spowodowałaby przepływ prądu. Pomimo, że z punktu widzenia mechanizmu przepływu prądu elektrycznego obie sytuacje są identyczne, prawidłowej oceny rysunku 2 dokonało 98%, a rysunku 4 – 89% uczniów. Być może część z osób udzielających nieprawidłowej odpowiedzi uważała, że metalowa płytka odgrywa w tym obwodzie rolę drugiego bieguna baterii.

Całość zadania rozwiązało 86% osób biorących udział w badaniu. Wydaje się zatem, że większość gimnazjalistów rozumie, jakie warunki powinny być spełnione, aby żarówka podłączona do baterii świeciła. Prawdopodobnie uczniowie bez trudu potrafiliby zaprojektować odpowiedni obwód i

zademonstrować jego działanie. To zadanie warto wykorzystać na lekcji jako wprowadzenie do doświadczeń związanych z elektrycznością i omówić przy jego okazji podstawowe zasady projektowania prostych obwodów elektrycznych.

Słowa kluczowe

obwód elektryczny | przewodniki

Siła wyporu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Maciek kupił w sklepie dwie butelki tego samego napoju, jedną w wersji niegazowanej, drugą - w gazowanej. W domu wykonał doświadczenie: do jednej szklanki nalał napój niegazowany, do drugiej gazowany. Następnie do obu szklanek wrzucił po ziarenku ryżu. Ziarenko ryżu w szklance z napojem niegazowanym opadło na dno.

W szklance z napojem gazowanym ziarenko też opadło na dno, jednak po chwili wypłynęło na powierzchnię, po czym znów opadło. Cykl ten powtarzał się wielokrotnie. Gdy Maciek przyjrzał się ziarenku, zauważył, że kiedy znajduje się ono w pobliżu dna, przyczepia się do niego pęcherzyk gazu. Pęcherzyk ten odrywa się od ziarenka w górnej części naczynia.

Rozstrzygnij, które z podanych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

	Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1.	Ziarenko wypływa na powierzchnię, ponieważ obecność gazu zmniejsza gęstość napoju.	☐Prawda / ☐Fałsz
2.	Ziarenko opada na dno, ponieważ ma gęstość większą od gęstości napoju.	☐Prawda / ☐Fałsz
3.	Ziarenko z przylegającym do niego pęcherzykiem gazu ma średnią gęstość mniejszą od gęstości otaczającego napoju.	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Fałsz

2 - Prawda

3 - Prawda

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
3.8. Właściwości materii. Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie
3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z przeprowadzanych doświadczeń w oparciu o znane prawa fizyki. Dotyczy działania siły wyporu i prawa Archimedesa. Wiemy z codziennego doświadczenia, że ciała ważą mniej w wodzie. My sami, będąc w wodzie (np. na basenie), czujemy że coś nas unosi, ‘popycha’ do góry, jesteśmy lżejsi. To jest właśnie siła wyporu. Już w III w.p.n.e., wielki uczony grecki Archimedes odkrył i sformułował prawo, mówiące, że na ciało zanurzone w cieczy (lub gazie) działa siła wyporu skierowana do góry i równa ciężarowi wypartej cieczy (gazu). Gdy gęstość ciała jest mniejsza niż gęstość cieczy, siła wyporu jest większa od ciężaru ciała i ciało wypływa na powierzchnię. Jeśli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, siła wyporu jest mniejsza od ciężaru ciała i ciało tonie.

W przedstawionym zadaniu Maciek obserwował co się dzieje z ziarenkiem ryżu w wodzie. W niegazowanej wodzie, ziarenko opadło na dno. Wynika z tego, że gęstość ryżu jest większa od gęstości wody. Czyli stwierdzenie 2 jest prawdziwe.

To prawda, że obecność gazu zmniejsza średnią gęstość napoju. Jednak fakt ten nie powoduje wypłynięcia ziarenka na powierzchnię. Wręcz przeciwnie, zmniejszenie gęstości napoju skutkowałoby większą różnicą między gęstością ryżu i napoju. Tym trudniej a wręcz niemożliwe byłoby dla ziarenka unosić się w tymże napoju. Stąd wniosek, że stwierdzenie 1 jest fałszywe.

Jednak po jakimś czasie ziarenko znajdujące się w wodzie z gazem zaczyna wypływać ku powierzchni, natomiast w niegazowanej osiada na dnie i tam pozostaje. Dlaczego ziarenko inaczej się zachowuje w wodzie gazowanej, a inaczej w niegazowanej? Jak zaobserwował Maciek, do ziarenka przyczepił się pęcherzyk gazu i to on unosi je do góry. Jeśli potraktujemy ziarenko wraz z przyczepionym do niego pęcherzykiem gazu jako jedną całość, to ma ona mniejszą gęstość niż woda i dlatego unosi się ku powierzchni wody. Stąd prawdziwość stwierdzenia 3.

Spośród wszystkich uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących biorących udział w badaniu pilotażowym ponad 43% rozwiązało całe zadanie prawidłowo. Zdecydowanie najlepiej uczniowie poradzili sobie z punktem 2. Nieco powyżej 78% badanych prawidłowo stwierdziło, że ziarenko opada na dno, ponieważ ma większą gęstość niż ciecz do której zostało wrzucone. Prawie równie często uczniowie wskazywali poprawną odpowiedź w punkcie 3 (ok. 75%), potwierdzając, że ziarenko z doczepionym do niego pęcherzykiem gazu ma średnią gęstość mniejszą od gęstości otaczającego napoju. Stosunkowo najsłabiej wypadło stwierdzenie 1. Jedynie niecałe 56% odrzuciło sugestię jakoby ziarenko wypływało na powierzchnię z powodu zmniejszenia gęstość napoju spowodowanej obecnością gazu. Wskazywałoby to na losowe zaznaczanie odpowiedzi, jednak dokładna analiza wyników temu zaprzecza.

Na etapie analizy udzielanych przez uczniów odpowiedzi jest możliwe sprawdzenie korelacji pomiędzy wynikiem ucznia z całego testu przyrodniczego a wynikiem konkretnego zadania, czyli określenie, czy w jednakowy sposób odpowiadali uczniowie uzyskujący różną liczbę punktów z całego testu. Dla stwierdzenia 1 zauważono ciekawą zależność. Słabsi uczniowie znacznie częściej wybierali nieprawidłową odpowiedź a zdolniejsi znacznie częściej prawidłową. Jednak całościowo dla wszystkich badanych uczniów wynik (mniej niż 56 %) może błędnie sugerować wybór losowy.

Słowa kluczowe gęstość | prawo Archimedesa | siła wyporu

Lądowanie samolotu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Podczas podejścia do lądowania samolot zmniejsza prędkość i obniża wysokość lotu. W tym czasie jego:

(1) energia kinetyczna

☐A. rośnie

☐B. maleje

☐C. nie zmienia się

(2) energia potencjalna

☐A. rośnie

☐B. maleje

☐C. nie zmienia się

(3) całkowita energia mechaniczna

☐A. rośnie

☐B. maleje

☐C. nie zmienia się

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - B

2 - B

3 - B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

2.1. Energia. Uczeń wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy
2.4. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem energii mechanicznej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie pojęcia energii w szczególności energii mechanicznej na przykładzie sytuacji, w której mamy do czynienia z kilkoma formami energii.

W treści zadania przedstawiony jest proces hamowania samolotu podczas podchodzenia do lądowania. Podczas tego manewru sukcesywnie zmniejsza się energia mechaniczna samolotu, zarówno potencjalna (samolot obniża lot) jak i kinetyczna (porusza się z coraz mniejszą prędkością), aż w końcu oba rodzaje energii zarówno potencjalna jak i kinetyczna dochodzą do zera i samolot zatrzymuje się na płycie lotniska. Wynika z tego, że odpowiedzi B dla wszystkich trzech punktów są prawidłowe.

Należy tutaj zaznaczyć, że nie ma obawy co do zasady zachowania energii, całkowita energia układu jest tutaj zachowana. Tylko że całkowita energia nie obejmuje jedynie energii mechanicznej samolotu, ale również energię potrzebną na pokonanie wszelkich oporów ruchu oraz przede wszystkim energię cieplną wydzielaną w układzie hamulcowym, w silniku samolotu oraz rozproszoną w powietrzu.

Zazwyczaj w szkole gimnazjalnej energia mechaniczna omawiana jest przy okazji omawiania ruchów, kiedy to uczeń nie zna jeszcze innych, niemechanicznych form energii (energii cieplnej przed wszystkim). Zwykle pomijamy wszelkie straty energii (która notabene rozprasza się w postaci ciepła). Analizowane są typowe przykłady zjawisk (spadek swobodny, rzuty pionowe) w których praktycznie zawsze, kiedy energia kinetyczna spada, to potencjalna rośnie lub odwrotnie i zawsze wtedy jest zachowana energia mechaniczna, która jest (w przybliżeniu) energią całkowitą układu. Uczeń zakłada że tak jest zawsze. Jednakże, we wszystkich tych przypadkach albo nie było ingerencji z zewnątrz lub była jedynie na początku. W przytoczonym zadaniu przez cały czas lądowania pracuje silnik oraz układ hamowania, które powodują zmniejszenie całkowitej energii mechanicznej samolotu. To zmniejszenie odbywa się na korzyść, między innymi ciepła. Energia cieplna układu rośnie. Kadłub samolotu oraz układ hamowania nagrzewają się przy lądowaniu. Również część energii wykorzystana jest na pokonanie oporów ruchu. Podobnie dzieje się przy hamowaniu samochodu na drodze. Klocki hamulcowe pocierające o koła nagrzewają się i powodują zmniejszenie energii kinetycznej samochodu i w konsekwencji doprowadzają do jego zatrzymania.

Spośród wszystkich uczniów klas pierwszych liceum ogólnokształcącego, biorących udział w badaniu zaledwie trochę więcej niż 9% zrobiło całość zadania prawidłowo. Pierwsza część zadania dotycząca energii kinetycznej została prawidłowo rozwiązana przez 61% badanych. Natomiast części: druga i trzecia sprawiły uczniom więcej problemów. Uzyskano po około 43% prawidłowych odpowiedzi w każdej z nich. Przypuszczalnie uczeń nie mógł zrozumieć, że wszystkie wymienione w zadaniu formy energii maleją. Możliwe, że miał w pamięci zasadę zachowania energii i wydawało mu się to niemożliwe, że wszystkie formy energii maleją.

Warto tego typu przekrojowe zadania przedyskutować na lekcji po omówieniu działów: mechanika i termodynamika. Przeanalizować zadanie, w którym nie pomijamy strat energii, w którym ‘straty’ energii odgrywają bardzo ważną rolę: zatrzymują rozpędzony pojazd. Można przy tym zwrócić uwagę na praktyczną stronę wydzielania się energii cieplnej czyli zużywanie się klocków hamulcowych i konieczność ich wymiany.

Słowa kluczowe

energia kinetyczna | energia mechaniczna | energia potencjalna

Grające butelki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Dominika zobaczyła w Internecie film na którym grupa chłopców grała na butelkach. Chciała zrobić samodzielnie taki instrument, by zagrać „Sto lat" na urodziny babci. Przygotowała kilka szklanych butelek różnej wielkości. Nalała do każdej z butelek pewną ilość wody i uderzała w butelki łyżeczką. Gdy stopniowo dolewała wody do danej butelki to uzyskiwała coraz niższe dźwięki. Zauważyła też, że gdy do dwóch butelek różnej wielkości nalała tę samą ilość wody, to wydały one dźwięki różniące się częstotliwością. Gdy zawiesiła butelki na nitkach dźwięki były głośniejsze niż wówczas, gdy trzymała butelkę w ręce. **Na podstawie swoich doświadczeń** Dominika sformułowała kilka wniosków.

Oceń poprawność wniosków Dominiki:

Wniosek	Poprawny czy niepoprawny?
1. Wysokość dźwięku zależy między innymi od wielkości butelki.	☐Poprawny / ☐Niepoprawny
2. Częstotliwość dźwięku zależy od tego, czy butelka jest trzymana w dłoni, czy jest zawieszona na nitce.	☐ Poprawny / ☐Niepoprawny
3. Głośność dźwięku zależy od ilości wody w butelce.	☐ Poprawny / ☐Niepoprawny

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - poprawny

2 - niepoprawny

3 - niepoprawny

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

6.5. Ruch drgający i fale. Uczeń opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych
9.13. Wymagania doświadczalne. Uczeń wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków na podstawie wyników eksperymentu. Proste doświadczenie przedstawione w zadaniu dotyczy wytwarzania dźwięku poprzez uderzanie metalowymi przedmiotami w szklane butelki.

Przy uderzeniu ściana butelki szklanej jest wprawiana w ruch drgający. Drgania te wytwarzają wokół siebie falę akustyczną. Fala rozchodzi się w powietrzu we wszystkich kierunkach, między innymi również po wewnętrznej stronie ściany butelki, przesuwa się w dół, i kiedy trafia na przeszkodę w postaci wody odbija się od jej powierzchni i następnie wraca z powrotem w górę naczynia. Przemieszczając się

wzdłuż tej samej drogi odbita fala napotyka pierwotną falą dźwiękową i obie te fale nakładają się na siebie (sumują się) i tworzą wzmocnioną falę akustyczną.

Słup powietrza, od powierzchni wody do górnych brzegów naczynia, działa jak pudło rezonansowe w gitarze: wzmacnia falę dźwiękową przebiegającą w powietrzu. Częstotliwość fali (czyli wysokość dźwięku) zależy od wysokości słupa powietrza, liczonej od powierzchni wody do górnych brzegów ścian butelki (czyli zależy od wielkości naczynia i ilości wody w naczyniu). To wskazuje na poprawność stwierdzenia 1. Natomiast głośność uzyskiwanego dźwięku zależy od stopnia pobudzenia do drgań ścianek butelki czyli amplitudy drgań butelki. Największe drgania uzyskamy jeśli butelka nie dotyka żadnych innych obiektów np. jest zawieszona na nitce. Nie wpływa to jednak na częstotliwość drgań. Wynika z tego, że drugi wniosek Dominiki jest nieprawdziwy. Również nieprawdziwe jest stwierdzenie 3. To częstotliwość zależy od ilości wody w naczyniu, nie głośność.

Zadanie okazało się jednym z trudniejszych w badaniu pilotażowym przeprowadzonym w pierwszych klasach liceum ogólnokształcącego. Spośród wszystkich uczniów, biorących udział w badaniu jedynie 10% zrobiło całość zadania prawidłowo. Pierwszy wniosek prawidłowo oceniło 61% badanych. Drugie i trzecie stwierdzenia okazały się trudniejsze. Zaledwie 35% i 38 % wszystkich uczestników badania odpowiedziało prawidłowo na odpowiednio 2 i 3 stwierdzenie.

Większość uczniów (ponad 60%) odpowiadała na wszystkie trzy pytania twierdząco. Widać stąd, że uczniowie mylą pojęcia częstotliwość (czyli wysokość tonu) z głośnością dźwięku (czyli amplitudą drgań).

Powyższe zadanie może posłużyć jako instrukcja do nieskomplikowanego doświadczenia, które każdy nauczyciel może wykonać w szkole. Do zademonstrowania wzmocnionej fali dźwiękowej wystarczy zaledwie szklana butelka i łyżeczka. Jednakże, bardzo wskazane byłoby rozszerzenie eksperymentu o detektor dźwięku: może nim być głośnik dynamiczny podłączony do oscyloskopu. Uczniowie mieliby wtedy możliwość ‘zobaczenia’ dźwięku oraz konfrontacji wrażeń słuchowych (wysokość i głośność dźwięku) z wrażeniami wizualnymi (częstotliwość i amplituda fali dźwiękowej) na ekranie oscyloskopu.

Słowa kluczowe

częstotliwość dźwięku | dźwięk | fale | wysokość

Smażenie powideł

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Michał nazbierał dużo śliwek i postanowił zrobić z nich powidła. Babcia udzieliła mu kilku cennych wskazówek, jak należy je przygotować.

1. *Do gotowania powideł użyj jak najszerszego rondla.*
2. *Zdmuchuj często parę znad rondla, w którym gotują się śliwki.*
3. *Intensywnie mieszaj powidła.*

Michał od razu zabrał się do pracy. Zastanawiał się nad sensem fizycznym porad babci.

Oceń prawdziwość wniosków Michała:

	Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1.	Użycie szerszego rondla zwiększa powierzchnię parowania, co przyspiesza odparowywanie wody z powideł.	☐Prawda / ☐Fałsz
2.	Zdmuchując parę znad rondla, ogrzewamy powidła, co przyspiesza ich przygotowanie.	☐Prawda / ☐Fałsz
3.	Mieszanie powideł sprawia, że ciepło rozchodzi się bardziej równomiernie i zapobiega ich przypalaniu.	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - P

2 - F

3 - P

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków na podstawie prostego ‘kuchennego eksperymentu’. Przyglądamy się dokładniej przyrządzaniu powideł, analizując procesy fizyczne zachodzące podczas gotowania śliwek, z których powstają te powidła. Ciepło z palnika dociera do wnętrza rondla i powoduje zmiany właściwości fizycznych jego zawartości. Znajomość procesów cieplnych takich jak parowanie, skraplanie, krzepniecie może być tutaj bardzo przydatne.

W pierwszej kolejności należałoby wyjaśnić zjawisko rozchodzenia się ciepła wewnątrz substancji. Możemy przedstawić ten fenomen w sposób mikroskopowy, za pomocą chaotycznego ruchu cząsteczek. Cząsteczki to maleńkie drobiny (molekuły) z których zbudowana jest materia. Energia cieplna jest niczym innym jak tylko energią kinetyczną tych cząsteczek. Wyższa temperatura oznacza większą energię kinetyczną cząsteczek. Molekuły szybciej się poruszają, częściej zderzają się ze sobą i większa energia jest przekazywana w trakcie tych zderzeń. To właśnie te zderzenia odpowiadają za transfer energii cieplnej pomiędzy mikrostrukturami substancji.

Wracając do przedstawionego w zadaniu naszego ‘kuchennego doświadczenia’ z powidłami, należałoby wywnioskować jakie czynności mogą zarówno przyspieszyć przyrządzanie powideł, jak i polepszyć ich jakość. Podgrzewane śliwki zmieniają konsystencję w trakcie całego procesu ‘przeobrażania’ śliwek w powidła; najpierw uwalnia się z nich woda i tworzy się wodnista papka a później, po odparowaniu wody, papka staje się coraz bardziej gęsta. Wszystkie trzy rady babci przyspieszają parowanie, a tym samym skracają cały proces przetwarzania śliwek w konfiturę. Użycie szerokiego rondla powoduje zwiększenie powierzchni powideł, dając szansę większej liczbie cząsteczek na wyparowanie. Taki sam skutek

(zwiększenie liczby wyparowanych cząsteczek) daje mieszanie. Dzięki niemu ciepło rozchodzi się bardziej równomiernie w całej objętości rondla i przez to szybciej dociera do górnych warstw powideł. Cząsteczki na powierzchni, otrzymawszy ‘zastrzyk’ energii cieplnej od molekuł z niższych warstw, zaczynają poruszać się szybciej i przypadkowo po którymś takim ‘zastrzyku’ opuszczają powierzchnię powideł, wyskakując w powietrze (ulegają wyparowaniu).

Oprócz przyspieszania parowania, mieszanie zapobiega przypalaniu się potraw. Przy spodzie rondla, najbliżej palnika, cząsteczki nagrzewają się najszybciej powodując nierzadko przywieranie potraw do dna, co szczególnie często zachodzi dla gęstych substancji, w których wymiana cieplna między warstwami jest wolniejsza. Mieszanie sprzyja lepszemu odpływowi nadmiaru ciepła z najniższych warstw do wyższych. Potrawa nie przypala się. Stąd wniosek, że na stwierdzenia 1 i 3 należy odpowiedzieć twierdząco.

Natomiast należy się zastanowić, jaki jest skutek zdmuchiwania pary znad rondla. Czy powoduje ono ogrzewanie się powideł? Przy zdmuchiwaniu, cząsteczki pary wodnej, które dopiero co odparowały, oddalają się od powierzchni powideł, czyli tuż nad powidłami pozostaje powietrze mniej nasycone parą wodną (bardziej suche), co daje szansę większej ilości cząstek do szybszego odparowania. Zdmuchiwanie nie powoduje ogrzewania powideł, wręcz przeciwnie sprzyja ono ochładzaniu się powideł, gdyż najbardziej energetyczne cząsteczki, które dopiero co wyparowały oddalają się od powierzchni. Stąd wniosek, że zdmuchiwanie przyspiesza parowanie powideł, jednak nie poprzez ich ogrzewanie, ale poprzez usuwania pary wodnej znad powierzchni powideł.

Zadanie okazało się jednym z łatwiejszych w badaniu pilotażowym w pierwszych klasach liceum ogólnokształcącego. Spośród wszystkich uczniów, biorących udział w badaniu około 73% rozwiązało całość zadania prawidłowo. Najlepiej wypadło stwierdzenie numer 3. Ponad 93% badanych określiło je jako prawdziwe. Niewiele mniej, 87% uczestników badania, poprawnie rozwiązało pierwszą część zadania dotyczącą zwiększenia pola powierzchni parowania. Natomiast druga część, która sprawiła uczniom stosunkowo najwięcej problemów, została prawidłowo rozwiązana przez 82% badanych.

Słowa kluczowe

ciepło | krzepnięcie | parowanie | zmiany stanu skupienia

Biomasa

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

W ostatnich latach coraz większe znaczenie zyskują tzw. odnawialne źródła energii, których zasoby uzupełniają się stale w wyniku procesów zachodzących w przyrodzie. Chodzi tu przede wszystkim o energię słoneczną, wiatru i spadku wody, lecz także o energię zawartą w **biomasie**. Biomasa to przede wszystkim odpady pochodzenia organicznego, które po odpowiednim przetworzeniu wykorzystuje się w energetyce. Wytwarzanie prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii wyzwolonej przy spalaniu uprawianych specjalnie w tym celu roślin staje się konkurencją dla energetyki opartej na paliwach kopalnych, takich jak węgiel i ropa naftowa. Można przyjąć, że uprawy roślin, o których mowa, są odnawiane i prowadzone w sposób ciągły.

Na podstawie informacji zawartych w tekście oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe.

Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1. Spalanie biomasy nie wiąże się z emisją CO_2 do atmosfery.	☐Tak / ☐Nie
2. Energia powstająca ze spalania biomasy może być przekształcona w inne rodzaje energii.	☐ Tak / ☐Nie
3. Zasoby biomasy mogą być utrzymywane na względnie stałym poziomie.	☐ Tak / ☐Nie
4. Spalanie biomasy dostarcza więcej energii niż potrzeba na jej wytworzenie.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Nie

2 - Tak

3 - Tak

4 - Nie

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.5. Energia. Uczeń stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie mierzy umiejętność analizy tekstu i było wykorzystane w badaniu, w którym wzięli udział uczniowie klas trzecich gimnazjum. Tekst dotyczy produkcji i wykorzystania biomasy jako odnawialnego źródła energii. Wprawdzie jak na zadanie z fizyki jest to nieco nietypowa tematyka, ale dzięki temu można założyć, że uczniowie nie znają z góry odpowiedzi i będą musieli przeczytać tekst ze zrozumieniem, zanim rozwiążą zadanie. Aby je rozwiązać, uczeń powinien ocenić stwierdzenia zestawione w tabeli i przy każdym z nich na podstawie tekstu zdecydować, czy jest prawdziwe.

Stwierdzenie pierwsze nie jest prawdziwe: każda substancja organiczna zawiera w swoim składzie węgiel, a w efekcie spalania takiej substancji powstaje CO_2. Z tekstu w żaden sposób nie wynika, aby w przypadku wykorzystania biomasy jako paliwa proces spalania zachodził w nietypowy sposób, możemy zatem zakładać, że powstający CO_2 zostanie wyemitowany do atmosfery. Tymczasem nieprawdziwość stwierdzenia pierwszego dla niektórych uczniów nie była oczywista – prawidłowej odpowiedzi udzieliło w badaniu 55,7% osób, co jest wartością niewiele wyższą niż prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi w pojedynczym wierszu drogą losową.

Stwierdzenie drugie z kolei jest prawdziwe – w tekście znajdujemy wyraźną informację, że spalanie biomasy dostarcza energii, która może być wykorzystana w celu wytwarzania prądu elektrycznego. Aż 75,9% uczniów udzieliło w tym przypadku prawidłowej odpowiedzi. Dosyć podobnie wyglądała sytuacja w przypadku stwierdzenia trzeciego, którego prawdziwość również wynika bezpośrednio z tekstu: skoro

uprawa roślin przeznaczanych na biomasę jest prowadzona w sposób ciągły, to zasoby biomasy mogą być utrzymywane na względnie stałym poziomie. Prawidłowo oceniło ten wiersz 70,9 % osób biorących udział w badaniu.

Najwięcej problemów uczniowie mieli ze stwierdzeniem czwartym, które jest fałszywe. W przypadku tego stwierdzenia wszelkie wątpliwości powinno rozwiać powołanie się na zasadę zachowania energii. Ponieważ nie można wytworzyć energii z niczego, nie jest możliwa sytuacja w której spalenie jakiegokolwiek paliwa dostarczyłoby więcej energii niż było potrzeba na jego wyprodukowanie. Najwyraźniej jednak niewielu uczniów poszło tym tropem, ponieważ rozwiązywalność tego wiersza wyniosła w badaniu 41,8%.

Całość zadania prawidłowo rozwiązało 17,7% badanych. Wydaje się, że uczniowie nie mieli większych problemów z oceną stwierdzeń w tych przypadkach, w których odpowiedź można było znaleźć bezpośrednio w tekście. Dużo bardziej problematyczne okazały się te stwierdzenia, przy których należało wykorzystać nie tylko informacje zawarte bezpośrednio w materiale źródłowym, ale również powołać się na elementarne prawa przyrody.

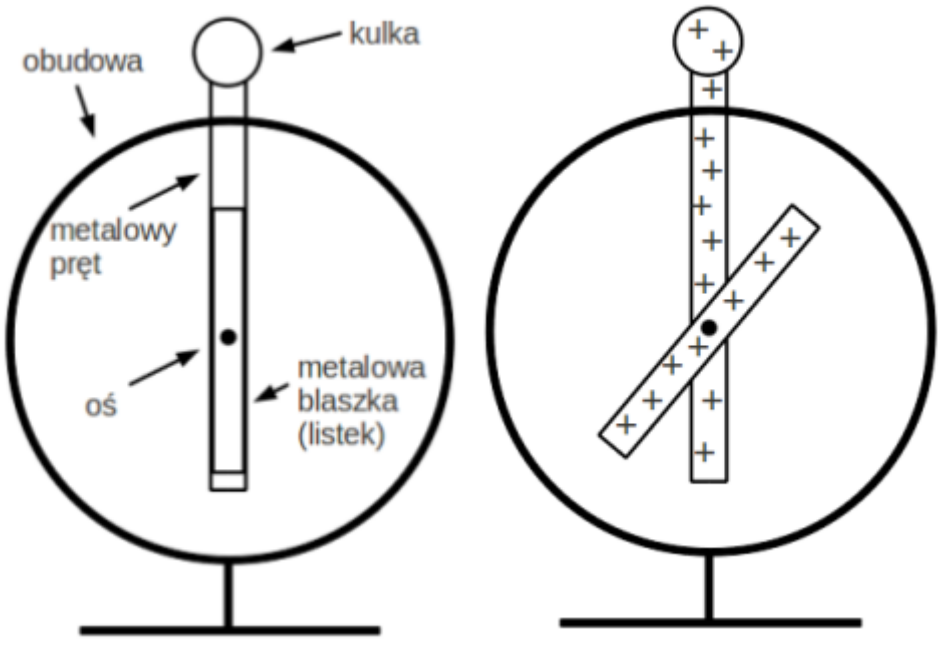
Słowa kluczowe

biomasa | energia

Elektroskop

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Na lekcji fizyki nauczyciel zaprezentował uczniom urządzenie do wykrywania ładunku elektrycznego – elektroskop. Składa się on z pionowego metalowego pręta zakończonego kulką, do którego przymocowana jest ruchoma metalowa blaszka (listek). Elektroskop skonstruowany jest w taki sposób, że ładunek wprowadzony na kulkę swobodnie przepływa pomiędzy pionowym prętem a listkiem. W efekcie obie te części zostają naładowane ładunkami o tym samym znaku. W trakcie pokazu, po wprowadzeniu na kulkę ładunku dodatniego, listek odchylił się od pionu (Rys. B).



Rys. A. Elektroskop przed naładowaniem, Rys. B. Elektroskop po naładowaniu.

Następnie nauczyciel zapytał uczniów co się stanie, gdy na kulkę dodatnio naładowanego elektroskopu wprowadzony zostanie dwa razy większy ładunek ujemny. W tabeli zamieszczono stwierdzenia wypowiedziane przez uczniów. Rozstrzygnij, które z nich są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	**Prawda czy fałsz?**
1. „Pionowy pręt naładuje się ujemnie.”	☐Prawda / ☐Fałsz
2. „Listek pozostanie naładowany dodatnio.”	☐Prawda / ☐Fałsz
3. „Listek i pręt będą się wtedy przyciągać.”	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - P

2 - F

3 - F

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.1. Elektryczność. Uczeń opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk/ wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów/ analizuje kierunek przepływu elektronów
4.2. Elektryczność. Uczeń opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wnioskowania i wykorzystania wiedzy z fizyki w konkretnej sytuacji. Dotyczy elektrostatyki, działu fizyki zajmującego się elektryzowaniem się ciał, które to zjawisko polega na przepływie elektronów. Elektron posiada ładunek ujemny o wartości $1.6 \cdot 10^{-19}$ C.Jest to najmniejszy ładunek jaki istnieje w przyrodzie, tak zwany ładunek elementarny. Jeśli jakieś ciało jest naelektryzowane ujemnie to znaczy że ma nadmiar elektronów. Natomiast naelektryzowanie dodatnie oznacza niedobór elektronów. Jeśli ciało naładowane ujemnie, uziemimy np. dotykając go palcem, to ‘nadmiarowe’ elektrony spłyną do Ziemi i ciało pozostaje elektrycznie obojętne. Natomiast uziemienie ciała dodatnio naelektryzowanego spowoduje przepływ elektronów z Ziemi do ciała w takiej ilości, aby zobojętnić zgromadzony w nim ładunek.

Aby sprawdzić, czy ciało jest naelektryzowane, możemy posłużyć się elektroskopem. Zasada działania tego przyrządu jest prosta: po dotknięciu kulki elektroskopu naelektryzowanym ciałem, ładunek z tego ciała przepływa na metalowy pręt i z niego przechodzi na listek. Czyli i na pręcie, i na listku gromadzi się ładunek tego samego znaku. Powoduje to wzajemne odpychanie się tych dwóch elementów elektroskopu, co skutkuje wychyleniem się listka. Niezależnie od tego, czy ciało jest naelektryzowane dodatnio, czy ujemnie, listki elektroskopu odchylają się, ponieważ ładunek na listku jest zawsze tego samego znaku co ładunek na pręcie.

W analizowanym zadaniu mamy do czynienia z nagromadzonym ładunkiem dodatnim na wszystkich trzech wymienionych wcześniej częściach elektroskopu. Jeśli do dodatnio naładowanych elementów elektroskopu dostarczymy dwa razy większy ładunek ujemny, to najpierw nastąpi zobojętnienie ładunku dodatniego, a później nadwyżka ładunku ujemnego zgromadzi się na pręcie i listku. Zatem w rezultacie i pręt, i listek naładują się ujemnie (prawdziwe stwierdzenie 1 oraz fałszywe 2). Jednakże, listek nadal będzie wychylony, gdyż będzie on odpychał pionowy pręt z powodu jednoimiennego naładowania obu tych części elektroskopu. Wskazuje to na nieprawdziwość stwierdzenia 3.

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących około 20 % uczniów rozwiązało całość zadania poprawnie. Najłatwiejszy był dla badanych punkt 1, stwierdzający, że pręt naładował się ujemnie. Zdecydowana większość (67 %) wybrała prawidłową odpowiedź. Punkty 2 i 3 sprawiły uczniom więcej problemów. Mniej więcej połowa badanych wybierała poprawne odpowiedzi i tyle samo (druga połowa badanych) wskazywała niepoprawne. Wskazywałoby to na losowy wybór jednej z dwóch podanych odpowiedzi. Zauważono jednak ciekawą zależność. Słabsi uczniowie częściej wybierali nieprawidłową odpowiedź a zdolniejsi częściej prawidłową. Zadanie dobrze różnicowało uczniów. Badani uczniowie skłonni byli potwierdzić, że pręt naładował się ujemnie (tak jak dotykające kulkę ciało) ale co do tego czy listek również naładował się ujemnie i odpycha pręt czy raczej naładował się dodatnio i przyciąga pręt nie byli już tacy pewni.

Słowa kluczowe

elektroskop | elektrostatyka | ładunek elektryczny

Porażenie prądem

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Porażenie prądem elektrycznym to efekt powstający w wyniku przepływu znacznego prądu elektrycznego przez tkanki żywych organizmów. Z taką sytuacją mamy do czynienia gdy w organizmie człowieka lub zwierzęcia dojdzie do powstania dużej różnicy napięć pomiędzy tkankami, na przykład na skutek dotknięcia zewnętrznego źródła prądu.

Przeanalizuj sytuacje, które mogły się wydarzyć w okolicy napowietrznych przewodów elektrycznych. Na podstawie tekstu ustal, czy w podanym przypadku dojdzie do prażenia prądem.

Sytuacja	Czy dojdzie do porażenia prądem?
1. Ptak siedzi na przewodzie, trzymając się go obiema łapkami.	☐Tak / ☐Nie
2. Paralotniarz wisi na przewodzie nie dotykając ziemi.	☐ Tak / ☐Nie
3. Linka latawca trzymana przez dzieci zahaczyła o przewód.	☐ Tak / ☐Nie
4. Chłopiec rozciągniętą wędką zahaczył o przewód.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Nie

2 - Nie

3 - Tak

4 - Tak

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.6. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z różnych sytuacji życiowych na podstawie wiedzy i własnych obserwacji. Temat dotyczy pojęcia prądu elektrycznego oraz zagrożeń wynikających z przepływu prądu przez organizmy żywe.

Zjawisko prądu elektrycznego polega na uporządkowanym ruchu ładunków. Podstawowym składnikiem materii, obdarzonym ładunkiem i mającym możliwość poruszania się jest elektron. Posiada on ładunek ujemny o wartości $1.6 \cdot 10^{-19}$ C.Jest to najmniejszy ładunek jaki istnieje w przyrodzie, tak zwany ładunek elementarny. Swobodne elektrony są podstawowym nośnikiem ładunku w metalach, z których zbudowane są przewody elektryczne. Prąd może również przepływać w niektórych cieczach, chociaż nie ma tam swobodnych elektronów ale są jony tzw. mikrocząsteczki obdarzone ładunkiem które mają albo nadmiar elektronów (jony ujemne) albo niedobór elektronów (jony dodatnie).

Jednak nie wystarczy tylko obecność ładunków wewnątrz przewodnika, aby popłynął prąd. Muszą też być warunki zmuszające te ładunki do ruchu. Dla lepszego zrozumienia możemy wyobrazić sobie kulkę, położoną na płaskim stole. Sama z siebie nie zacznie się poruszać jeśli wszędzie dookoła siebie ma taki sam poziom wysokości. Natomiast, jeśli położymy ją na pochylonym terenie (na zboczu) zacznie staczać się w dół. Dokładnie to samo dzieje się z ładunkiem. Ładunki w przewodniku zaczną poruszać się w sposób uporządkowany tylko wtedy, kiedy powstanie różnica potencjałów między końcami przewodnika. Różnica wysokości dla kulki jest analogią różnicy napięć elektrycznych dla przewodu elektrycznego.

Szybkość przepływania ładunku (wielkość ładunku przepływającego w jednostce czasu przez przekrój poprzeczny przewodnika) zależy od wartości różnicy napięć na końcach przewodnika. Prąd elektryczny jest niebezpieczny dla organizmów żywych. O ile mały prąd (mała liczba przepływających ładunków) nie jest niebezpieczny to większe prądy mogą być szkodliwe a wręcz zabójcze. Mówimy wtedy o porażeniu prądem.

W zadaniu mamy do czynienia z napowietrznymi przewodami elektrycznymi. Napięcie w tych przewodach względem ziemi wynosi od kilkuset woltów do kilkuset kilowoltów. Jest ono bardzo niebezpieczne dla organizmów żywych.

Jednakże musimy sobie uświadomić, że napięcie zawsze mierzymy między jakimiś punktami (obszarami) i to różnica napięć między tymi obszarami decyduje o wielkości przepływającego prądu. Przy napowietrznych przewodach elektrycznych to właśnie różnica napięć między tym kablami a Ziemią

stanowi niebezpieczeństwo porażenia prądem – jakiekolwiek połączenia tych obszarów powodują przepływ ogromnych prądów. Natomiast, połączenia pomiędzy punktami tego samego przewodu nie generują żadnej różnicy napięć i nie powodują przepływu prądu, tak długo jak długo nie ma kontaktu z Ziemią. Stąd wniosek, że w pierwszych dwóch sytuacjach z ptaszkiem na przewodach i zawieszonym paralotniarzem nie ma przepływu prądu i nie może dojść do porażeń. Natomiast, w dwóch ostatnich (latawiec oraz wędka zahaczająca o przewód) jest połączenie z Ziemią, prąd może przepływać i istnieje możliwość porażenia.

W zadaniu jest ukryte założenie, że zarówno linki paralotni oraz latawca jak i wędka są wykonane z przewodnika.

Zadanie zostało wykorzystane w badaniu pilotażowym przeprowadzonym wśród uczniów klas pierwszych liceów ogólnokształcących. Niecałe 24% spośród wszystkich badanych rozwiązało całe zadanie prawidłowo. Pierwsze dwie sytuacje, wydawałoby się bardzo podobne, zostały potraktowane przez uczniów bardzo różnie. O ile pierwsza sytuacja jest powszechnie znana (ptaszki ‘spacerują’ po przewodach i nic im się nie dzieje) – 75% nie widziało tutaj zagrożenia porażeniem, to już paralotniarz wiszący na przewodach (chociaż było zaznaczone, że nie dotyka Ziemi) dla jedynie 41% badanych nie był zagrożony porażeniem (co było odpowiedzią prawidłową).

Niepokój wzbudza natomiast rozbieżność pomiędzy odpowiedziami 3 i 4. Sytuacje są bardzo podobne: dzieci trzymające latawiec i chłopiec trzymający wędkę; obydwa te przedmioty dotykają przewodów elektrycznych. Przy latawcu niebezpieczeństwo porażenia prawidłowo stwierdzało zaledwie 44% badanych a dla chłopca z wędką już 64%. Trudno tutaj wyciągać jednoznaczne wnioski. Czyżby możliwa była tutaj sugestia, że w sytuacji 3 jest użyta liczba mnoga: dzieci a w 4 jest mowa o jednym chłopaku to uczeń wytłumaczył sobie, że w tym pierwszym przypadku prąd przepływa przez większą ilość osób i jest mniej dla nich niebezpieczny niż dla jednego chłopaka?

Jest również bardzo prawdopodobne, że uczniowie zakładali, że wędka jest przewodnikiem a linki od paralotni nie. W treści zadania nie było informacji, że obydwa te obiekty są przewodnikami. Być może należało to napisać wprost aby nie było wątpliwości.

Wyniki pokazują dobitnie niezrozumienie zagadnień związanych z przepływem prądu elektrycznego przez absolwentów gimnazjów. Brak wyczucia istotności różnicy napięć elektrycznych. Dwie podobne sytuacje z obiektem na drutach bez kontaktu z Ziemią i dwie analogiczne z kontaktem z Ziemią i dwie różne odpowiedzi. Widać wyraźnie, że uczniowie nie rozumieją powiązania między przyczyną i skutkiem: przyczyna różnica napięć, skutek – przepływ prądu.

Słowa kluczowe

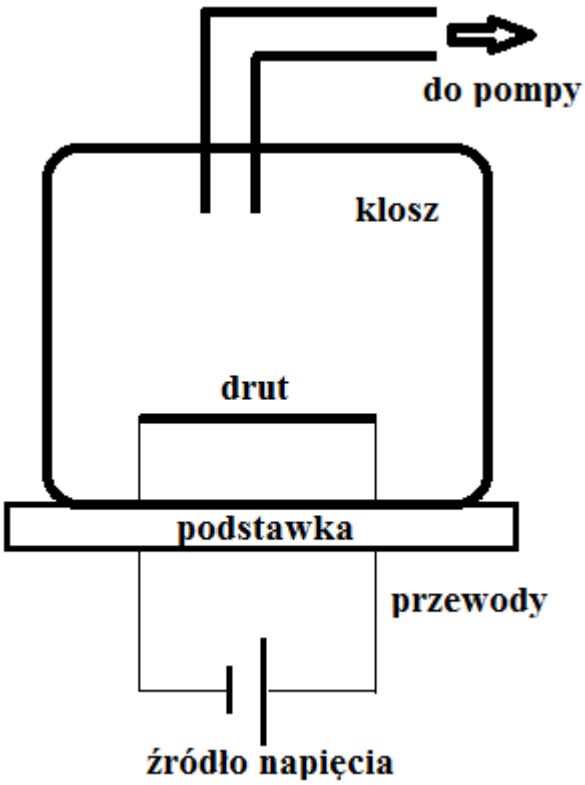
napięcie | prąd elektryczny

Żarzący drut

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Uczniowie wykonali doświadczenie przy pomocy układu przedstawionego na rysunku. Przebieg doświadczenia został opisany poniżej.

Schemat stanowiska



Przebieg doświadczenia:

1. Drut umieszczamy pod kloszem.

2. Następnie łączymy drut ze źródłem napięcia stałego.

3. Tak ustawiamy napięcie na zasilaczu, aby drut zaczął się żarzyć.

4. Wypompowujemy część powietrza z klosza i obserwujemy drut.

Obserwacje:

Po wypompowaniu powietrza drut żarzył się jaśniej.

Przeanalizuj przebieg doświadczenia, a następnie zdecyduj, czy stwierdzenia zestawione w tabeli są prawdziwe.

	Stwierdzenie	**Czy jest prawdziwe?**
1.	Drut żarzył się jaśniej, gdy pod kloszem panowało niższe ciśnienie.	☐Tak / ☐Nie
2.	Przed wypompowaniem powietrza, przez drut nie płynął prąd elektryczny.	☐ Tak / ☐Nie
3.	Wskutek wypompowania powietrza zmalała liczba cząsteczek powietrza zderzających się z drutem.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - Tak

2. - Nie

3. - Tak

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z przeprowadzanych doświadczeń w oparciu o znane prawa fizyki. Z treści zadania wynika, że uczniowie najpierw skonstruowali prosty obwód elektryczny, potem obserwowali co się dzieje z przewodnikiem z prądem w dwóch różnych sytuacjach: kiedy przewodnik otoczony jest powietrzem pod ciśnieniem atmosferycznym oraz w sytuacji, kiedy powietrze wokół przewodnika ma ciśnienie niższe niż atmosferyczne. Opis doświadczenia przedstawiony jest w zadaniu. Następnie uczniowie próbowali dokonać głębszej analizy doświadczenia i wyciągnąć wnioski wynikające z rezultatów eksperymentu. Wnioski zapisane są w postaci stwierdzeń, które uczeń powinien uznać za prawdziwe lub fałszywe.

Przeanalizujmy w sposób mikroskopowy przepływ prądu elektrycznego w przewodniku.

Przewodnik elektryczny, metal, posiada bardzo dużo swobodnych elektronów, które poruszają się chaotycznie pomiędzy cięższymi jonami metalu gdy nie ma przyłożonego napięcia na jego końcach. Jeśli natomiast przewodnik zostanie podłączony do źródła napięcia, zaczyna w nim płynąć prąd elektryczny. Znajdujące się w przewodniku swobodne elektrony poruszają się znacznie szybciej niż przy braku napięcia, zderzając się z dużym impetem z jonami metalu. Powoduje to zwiększenie energii wewnętrznej drutu a co za tym idzie wzrost jego temperatury. Nagrzany drut emituje światło; żarzy się. Intensywność żarzenia zmienia się w zależności od gęstości powietrza wokół drutu. Decyduje o tym ilość zderzeń cząsteczek powietrza z ‘drobinami’ drutu (pozytywne odpowiedzi na stwierdzenia 1 i 3). Skutkiem zderzeń zmniejsza się energia wewnętrzna drutu (a zwiększa energia wewnętrzna powietrza), co obniża intensywność jego świecenia.

Prąd płynie w przewodniku niezależnie od wysokości ciśnienia powietrza wokół niego (negatywna odpowiedź na stwierdzenie 2), jedynie zmienia się skutek przepływu prądu tj. intensywność emisji światła z gorącego drutu.

Żarzenie jako źródło światła wykorzystywane jest w żarówkach żarzeniowych. Wolframowe włókna żarówek (odpowiednik drutu w powyższym zadaniu) umieszczone w bańce szklanej z której wypompowano powietrze (brak powietrza intensyfikuje żarzenie co zostało potwierdzone powyższym doświadczeniem) emituje światło.

Zadanie było wykorzystane w badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszej klasy liceów ogólnokształcących. Całość zadania, czyli wszystkie trzy punkty, poprawnie rozwiązało 54%

badanych. Zadanie nie okazało się trudnym. Większość uczniów (77%) prawidłowo oceniło stwierdzenie 2, że przepływ prądu przez przewodnik zachodzi zarówno przy obecności powietrza pod ciśnieniem atmosferycznym jak i przy nieco rozrzedzonym powietrzu. Również w punkcie 3, 75% badanych uczniów poprawnie wywnioskowało, że zmalała liczba zderzeń cząsteczek powietrza z drutem wskutek wypompowania powietrza spod klosza. Stosunkowo najmniej, chociaż dosyć sporo, 70% wszystkich biorących udział w badaniu stwierdziło, że drut żarzył się jaśniej, gdy pod kloszem panowało niższe ciśnienie, tym samym prawidłowo oceniło stwierdzenie 1.

Słowa kluczowe

ciśnienie | napięcie

Zimny balon

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W zimowy, mroźny dzień Łukasz nadmuchał balonik, po czym położył go na balkonie. Gdy zajrzał na balkon godzinę później zauważył, że balonik wyraźnie skurczył się. Łukasz uznał, że przyczyną było ochłodzenie się powietrza wewnątrz balonika.

Które z zapisanych niżej stwierdzeń dotyczących tej sytuacji są prawdziwe?

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Zmniejszyła się liczba cząsteczek w baloniku.	☐Prawda / ☐Fałsz
2. Zmalała średnia energia kinetyczna cząsteczek powietrza w baloniku.	☐Prawda / ☐Fałsz
3. Zmalała masa powietrza w baloniku.	☐Prawda / ☐Fałsz
4. Wzrosła gęstość powietrza w baloniku.	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Fałsz

2 - Prawda

3 - Fałsz

4 - Prawda

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.7. Energia. Uczeń wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek i temperaturą
3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków z przeprowadzanych doświadczeń w oparciu o znane prawa fizyki. Dotyczy tematyki przemian gazowych a szczególnie zależności objętości gazu od jego temperatury.

Cząsteczki gazu są w ciągłym ruchu; poruszają się szybciej lub wolniej w zależności od temperatury. Temperatura jest wyznacznikiem średniej energii kinetycznej cząsteczek. Im wyższa temperatura ciała, tym szybciej poruszają się jego cząsteczki. Dokładnie taka sama jest tendencja w drugą stronę, im niższa temperatura ciała tym energia kinetyczna cząsteczek niższa. Można sobie wyobrazić, że w pewnych warunkach energia kinetyczna cząsteczek obniżając się coraz bardziej dochodzi do zera; cząsteczki przestają się poruszać. Taka sytuacja teoretycznie jest możliwa w temperaturze zera bezwzględnego liczonej według skali Kelwina. 0 K równa się -273°C. Skala Kelwina jest bardziej uniwersalna niż skala Celsjusza, lepiej odzwierciedla ruch cząsteczek i podobnie jak energia posiada tylko wartości dodatnie; nie przyjmuje wartości ujemnych.

Kiedy temperatura gazu rośnie, jego objętość również rośnie. Przyczyna: cząsteczki szybciej się poruszają i bardziej się ‘rozpychają’, więc zajmują większą objętość. W tej sytuacji gęstość gazu spada, gdyż ta sama masa zajmuje większą objętość. To z powodu obniżenia gęstości, ciepłe powietrze idzie do góry, a zimne opada na dół.

Doświadczenie opisane w zadaniu dotyczy określonej masy gazu. Zakładamy idealną szczelność balonika (w treści zadania nie podano informacji o nieszczelności) czyli nie było możliwe aby jakakolwiek cząstka gazu ulotniła się. Zatem, liczba cząsteczek, a co za tym idzie masa powietrza w baloniku pozostaje taka sama przez cały czas trwania opisanego doświadczenia. Stąd wniosek, że stwierdzenia 1 i 3 są fałszywe. Natomiast z powodów wyjaśnionych powyżej (zależność energii kinetycznej cząsteczek od temperatury) wnioskujemy, że skoro obniżyła się temperatura to musiała również zmniejszyć się średnia energia kinetyczna cząsteczek powietrza w balonie (pozytywne stwierdzenie 2). Wzrosła także gęstość powietrza gdyż taka sama masa powietrza zajmuje mniejszą objętość (prawdziwość stwierdzenia 4)

Powyższe zadanie wykorzystano w badaniu pilotażowym przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceum ogólnokształcącego. Jego wyniki są bardzo niepokojące. Zaledwie 17% wszystkich badanych rozwiązało całe zadanie poprawnie. Jeśli wziąć pod uwagę fakt, że we wszystkich czterech punktach zadania były tylko 2 możliwe do wyboru opcje: prawda i fałsz to wynik sugeruje przypadkowe, losowe wskazania badanych. Bliższa analiza każdego punktu potwierdza powyższą hipotezę. Prawidłowe cząstkowe odpowiedzi przedstawiają się następująco: dla 1 – 40%, dla 2 – 57%, dla 3 – 44%, dla 4 – 37%.

Zadanie bardzo wyraźnie pokazuje niezrozumienie zagadnień dotyczących ciepła przez uczniów gimnazjum. Przypuszczalnie największą trudność sprawia uczniom zrozumienie co się dzieje wewnątrz ciała, w skali mikroskopowej. Usilnie zachęcamy nauczycieli, aby przeznaczyli trochę więcej czasu na omówienie zjawisk zachodzących w mikroświecie (przede wszystkim ruchu chaotycznego cząsteczek) które są kluczowe przy analizowaniu zjawisk cieplnych i bardzo pomagają w ich zrozumieniu.

Słowa kluczowe ciśnienie | gęstość | temperatura

Wrzenie, ciśnienie

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W każdym z dwóch szczelnych naczyń umieszczono szklankę napełnioną gorącą wodą z czajnika. Woda zagotowała się przed chwilą, a teraz przestała już wrzeć, a jej temperatura wynosiła około 95°C.

Następnie z pierwszego naczynia odpompowano część powietrza, natomiast do drugiego naczynia dopompowano nieco powietrza.

Wiedząc, że temperatura wrzenia wody rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia uzupełnij tabelkę, zaznaczając prawidłową odpowiedź.

Naczynie	Woda w naczyniu
1. z którego odpompowano część powietrza	☐A. na pewno nie będzie wrzeć ☐B. może wrzeć ☐C. na pewno będzie wrzeć
2. do którego dopompowano nieco powietrza	☐A. na pewno nie będzie wrzeć ☐B. może wrzeć ☐C. na pewno będzie wrzeć

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - B

2 - A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność przewidywania przebiegu eksperymentu. Dotyczy problematyki ciepła: zmiany stanu skupienia, transferu ciepła oraz zależności temperatury wrzenia od ciśnienia gazu otaczającego wrzącą ciecz.

W pierwszej kolejności przeanalizujmy zasady przepływu energii cieplnej w sposób mikroskopowy. Przepływ ciepła czyli przenoszenie energii z jednego obszaru na drugi zachodzi poprzez chaotyczne ruchy cząsteczek. Cząsteczki to malutkie drobiny (molekuły) z których zbudowana jest materia. Energia cieplna jest sumą energii kinetycznej wszystkich cząsteczek wchodzących w skład danego ciała, a miarą tego ciepła jest temperatura ciała. Wyższa temperatura oznacza większą energię kinetyczną cząsteczek. Molekuły szybciej się poruszają, częściej zderzają się ze sobą i większa energia jest przekazywana w trakcie tych zderzeń. To właśnie te zderzenia odpowiadają za transfer energii cieplnej pomiędzy warstwami substancji. Na skutek wyżej przedstawionych zderzeń, niektóre cząsteczki (te które poruszają się najszybciej) mogą otrzymać na tyle dużo energii, że będą w stanie opuścić wodę i ulotnić się (przechodzą do powietrza). Ten proces nazywamy parowaniem czyli zmianą stanu skupienia z cieczy na gaz.

W przedstawionym zadaniu, do eksperymentu użyto dwóch naczyń z których z jednego odpompowano powietrze a do drugiego dołożono więcej powietrza.

Jeśli sobie uzmysłowimy, że cząsteczki powietrza znajdujące się nad wodą naciskają na wodę (wywierają pewne ciśnienie), to zrozumiemy, że molekuły wody łatwiej przechodzą do powietrza jeśli nacisk drobin powietrza jest mniejszy. A dzieje się tak wtedy, kiedy tych drobin jest mniej, zatem w naczyniu z którego odpompowano część powietrza cząsteczki łatwiej ulatują w powietrze. W naczyniu do którego dopompowano powietrze, nacisk drobin na wodę jest większy, więc trudniej cząsteczkom wody przejść do gazu.

Widać, że w naczyniu z odpompowanym powietrzem cząsteczki wody potrzebują mniejszej energii aby opuścić wodę niż w naczyniu z dopompowanym powietrzem. Stąd wniosek, że woda w naczyniu z odpompowanym powietrzem może wrzeć w temperaturze niższej niż przy ciśnieniu atmosferycznym (niższej niż 100°C) a w naczyniu z dopompowanym powietrzem temperatura wrzenia wody jest wyższa niż przy ciśnieniu atmosferycznym (wyższa niż 100°C). Wynika z tego, że w sytuacji przedstawionej w zadaniu woda o temperaturze 95°C może wrzeć w naczyniu z odpompowanym powietrzem (poprawna odpowiedź 1B) i nie może wrzeć w naczyniu z dopompowanym powietrzem (prawidłowa odpowiedź 2A).

Należy wyjaśnić, dlaczego odpowiedź 1C: „woda na pewno będzie wrzeć” jest błędna. Chodzi o to, że nie można z całą pewnością stwierdzić, że woda będzie wrzeć, ponieważ to zależy od ilości odpompowanego powietrza. Jeśli odpompujemy wystarczająco dużą jego masę to ciśnienie wywierane przez powietrze obniży się na tyle, że woda znów zacznie wrzeć. Natomiast, jeśli masa powietrza odpompowanego jest zbyt mała to ciśnienie wywierane na wodę nie obniży się na tyle aby spowodować wrzenie wody w temperaturze 95°C. Zatem, woda może ale nie musi wrzeć.

Zadanie wykorzystano w badaniu przeprowadzonym na uczniach pierwszej klasy liceum ogólnokształcącego. Odsetek uczniów, którzy prawidłowo rozwiązali to zadanie jest bardzo niski – zaledwie 23%. Stwierdzenie pierwsze poprawnie oceniło niecałe 40% uczniów, stwierdzenie drugie – 32%. Z pozoru jest to wybór prawie losowy, jednak przy dokładniejszej analizie widać różnicowanie uczniów.

Zadanie pokazuje niezrozumienie zagadnień dotyczących ciepła przez absolwentów gimnazjum. Można zasugerować, aby nauczyciele przeznaczali więcej czasu na omówienie zjawisk mikroskopowych (ruchu cząsteczek) które są kluczowe przy analizowaniu zjawisk cieplnych w substancjach, z którymi mamy do czynienia w codziennym życiu.

Słowa kluczowe ciśnienie | gęstość | wrzenie

Elektrownia słoneczna

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Wkrótce pod Los Angeles ruszy budowa największej elektrowni słonecznej świata. Będzie ona miała moc gigawata, a pochodzący z niej prąd trafi do kilkuset tysięcy domów w południowej Kalifornii. Nastąpi to za sześć lat – tyle potrwa budowa zakładu, w którym promienie słoneczne będą chwytane przez ustawione na powierzchni 2800 ha rzędy zwierciadeł. Pozyskane ciepło ogrzeje płynący płyn kierowany do centralnego budynku elektrowni. Tam będzie odbierane i posłuży do wytworzenia pary, która wprawi w ruch turbiny prądotwórcze. Dalej będzie jak w zwykłej elektrowni, z tym że nadwyżka energii słonecznej zostanie zmagazynowana w pojemnikach z solanką. Dzięki temu lustrzana fabryka prądu będzie mogła pracować również w nocy.

Rekordowa elektrownia z luster, Wiedza i życie, nr 10/2010, str. 16

Na podstawie tekstu można opisać cykl przemian energii, jakie będą zachodzić w elektrowni. Pokazano go niżej.

Zaznacz w wierszu 2 i 5 odpowiedni rodzaj energii

1. Energia promieniowania słonecznego

2. Energia ☐A. wewnętrzna ☐B. kinetyczna ☐C. potencjalna płynu

3. Energia wewnętrzna pary

4. Energia kinetyczna pary

5. Energia ☐A. wewnętrzna ☐B. kinetyczna ☐C. potencjalna turbiny

6. Energia elektryczna

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

2 - A

5 - B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.1. Energia. Uczeń wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy
2.5. Energia. Uczeń stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej
2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła
2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność analizy treści artykułu popularno-naukowego oraz wyciągania wniosków z podanych w nim zależności przyczynowo-skutkowych. Dotyczy koncepcji energii: jej różnych odmian i przemian jednego rodzaju energii w inny.

O energii bardzo często rozmawiamy w życiu codziennym i ogólne wyobrażenie istoty energii mają nawet małe dzieci. Jednak trudniej przychodzi nazywanie i wyjaśnianie pojęcia energii w sposób trochę bardziej naukowy lub popularno-naukowy. Szczególne trudności odczuwamy przy opisie zjawisk nieodłącznie związanych z energią, takich jak ‘przemieszczanie się’ energii cieplnej w obrębie jednego ciała (np. utrzymywanie jednolitej temperatury całego organizmu) lub pomiędzy różnymi substancjami (np. dotykając jakiegoś przedmiotu czujemy, że jest on zimny lub ciepły) oraz zasad przemian jednej odmiany energii w inną (np. spalanie paliwa poruszającego samochód). Te ostatnie zachodzą samoistnie w sposób ciągły w przyrodzie; przykładem może być fotosynteza. Również człowiek, ucząc się od przyrody, stworzył narzędzia przetwarzające różne formy energii, takie jak silniki, prądnice. Największą taką ‘przetwornicą’ energii jest elektrownia.

Energia nie może powstać z niczego, lecz tylko z innej formy energii. Na przykład roślina energię potrzebną do życia czerpie z promieni słonecznych, człowiek z pożywienia, a samochód porusza się dzięki zatankowanemu na stacji paliwu. Również w elektrowniach zachodzi wielokrotne przetwarzanie różnych form energii. W opisanej w zadaniu elektrowni promienie słoneczne stanowią pierwotne źródło energii, natomiast końcowym efektem, jak w każdej elektrowni, jest energia elektryczna. Prześledźmy cały proces: promienie słoneczne, odpowiednio ukierunkowane poprzez zwierciadła, ogrzewają płyn, zwiększając jego energię wewnętrzną (odpowiedź A w punkcie 2). Płyn ten podgrzewa wodę, doprowadzając ją do wrzenia. Wytwarzana przy tym para naciska na turbinę prądotwórczą zmuszając ją do obrotu. Skoro turbina się porusza, to zyskuje energię kinetyczną (odpowiedź B w punkcie 5). Wirująca w polu magnetycznym turbina wytwarza prąd elektryczny.

Powyższe zadanie wykorzystano w badaniu przeprowadzonym wśród absolwentów gimnazjum. Całość zadania została prawidłowo rozwiązana przez zaledwie 20% badanych. W pierwszej części zadania dotyczącej energii wewnętrznej płynu 45% uczniów dokonało poprawnego wyboru. Natomiast w drugiej części, w której uczeń powinien wybrać rodzaj energii turbiny, uzyskano około 37% prawidłowych odpowiedzi. Z dokładniejszej analizy wynikało, że zadanie dobrze różnicowało uczniów.

Badanie wykazało, że zadania dotyczące energii sprawiają uczniom wiele problemów. Jest to bardzo niepokojąca sytuacja, gdyż ogromna większość uczniów nie będzie już mogła poszerzać wiedzy z fizyki w tym obszarze w następnych etapach swojej edukacji. Natomiast energia jest jednym z najważniejszych pojęć fizyki, istotnym także w innych dziedzinach wiedzy oraz w życiu codziennym.

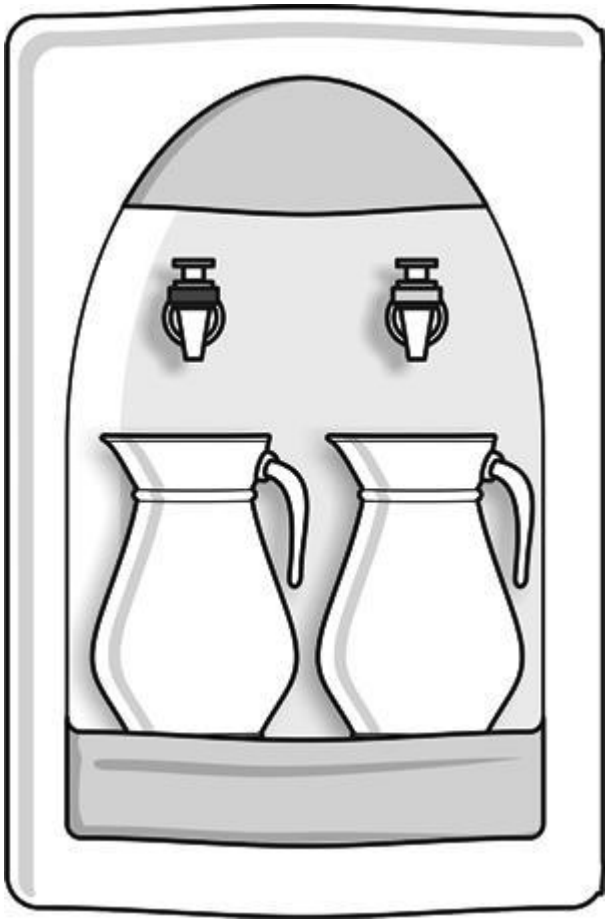
Słowa kluczowe

ciśnienie | energia kinetyczna | gęstość

Dystrybutor wody

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

W obozowej stołówce znajdował się dystrybutor wody, który miał dwa identyczne krany (zobacz rysunek). Maciek zauważył, że napełnianie dzbanka z jednego kranu zajmuje mniej czasu, gdy drugi kran jest nieużywany. Zastanawiał się, czy gdy zechce napełnić dwa dzbanki, to szybciej zrobi to, korzystając z obu kranów jednocześnie, czy napełniając dzbanki jeden po drugim.



Które pomiary z niżej wymienionych są konieczne do wykonania, by rozstrzygnąć problem Maćka?

	Pomiar	Konieczny czy niekonieczny?
1.	Czasu napełniania wodą dwóch dzbanków jednocześnie.	☐ Konieczny / ☐Niekonieczny
2.	Czasu napełniania wodą obu dzbanków jeden po drugi.	☐ Konieczny / ☐Niekonieczny
3.	Objętości wody w każdym z dzbanków po ich napełnieniu.	☐ Konieczny / ☐Niekonieczny

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - konieczny,

2. - konieczny,

3. - niekonieczny

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie wymagało zaprojektowania prostego doświadczenia, dotyczącego porównywania przedziałów czasu (napełnianie jednoczesne i jeden po drugim dwóch dzbanków) i stwierdzeniu, który z tych przedziałów czasu jest większy. Zadanie mierzy umiejętność zaplanowania doświadczenia, dlatego należało przemyśleć, które z pomiarów wymienionych w tabeli są niezbędne, aby rozstrzygnąć problem postawiony w treści zadania.

Skoro pytanie dotyczy porównania dwóch czasów, to trzeba zmierzyć obydwa te czasy i porównać je. Dlatego na pierwsze i drugie pytanie uczeń powinien odpowiedzieć twierdząco: oba te pomiary są konieczne, aby rozstrzygnąć postawiony w zadaniu problem. Następnie należy zastanowić się, czy musimy również mierzyć objętość wody w dzbankach po ich napełnieniu, to znaczy czy wpływa to w jakikolwiek sposób na wynik powyższego porównania.

Jeśli, jak wynika z treści zadania, napełnianie dzbanka z jednego kranu zajmuje mniej czasu, gdy drugi kran jest nieużywany, to krany muszą być ze sobą powiązane. Możliwe, że ciśnienie w dystrybutorze spada, kiedy włączamy dwa krany na raz. Jednak przy objętościach odpowiadających dzbankom, pojemności nie wpływają na wynik. Pomiar trzeci nie jest konieczny. Dwa pierwsze pomiary dają już odpowiedź na postawione pytanie. Możliwe, że pomiar trzeci byłby potrzebny dla bardzo małych pojemności, dla małych szklanek, kieliszków, ale nie dla dzbanków.

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceów 61% uczniów rozwiązało całość zadania poprawnie. Zdecydowana większość (85%) nie miała problemów z pierwszym punktem (koniecznością zmierzenia czasu jednoczesnego napełniania) ale już mniej osób (75%) uważało za konieczne zmierzenie czasu napełniania dzbanków jeden po drugim. Jedna czwarta uczniów uważała, że trzeba znać objętość dzbanków. Możliwe, że niektórzy uczniowie z tej grupy mieli na uwadze aspekt nieokreślonej pojemności dzbanka i zastanawiali się (słusznie!) nad zależnością czasu napełniania dzbanka od jego objętości. Niby dzbanek kojarzy się nam z pojemnikiem większym od małej szklanki czy kieliszka ale czy możemy z całą pewnością założyć, że uczeń przyjmuje ten fakt za oczywisty!?

Słowa kluczowe

czas | objętość

Kostki lodu

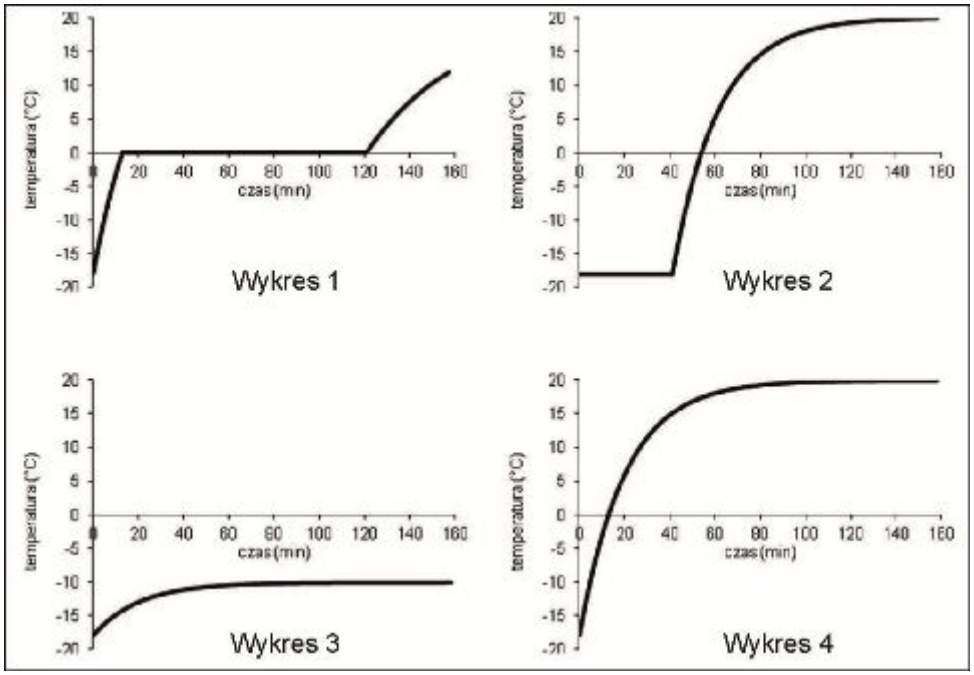
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W zimowy dzień, kiedy temperatura powietrza na zewnątrz wynosiła -10°C, Jacek wykonał następujące doświadczenie. Przygotował dwie miseczki, do których wrzucił po 10 takich samych kostek lodu o temperaturze -18°C. A następnie:

Miseczkę A wyniósł na podwórko i tam zostawił.

Miseczkę B postawił w pokoju, gdzie panowała temperatura 20°C.

Jeden spośród poniższych wykresów opisuje zależność temperatury od czasu w miseczce A, a drugi w miseczce B. Wskaż, które to wykresy.



(A) Zależność temperatury od czasu w miseczce A przedstawia

☐1. wykres 1.

☐2. wykres 2.

☐3. wykres 3.

☐4. wykres 4.

(B) Zależność temperatury od czasu w miseczce B przedstawia

☐1. wykres 1.

☐2. wykres 2.

☐3. wykres 3.

☐4. wykres 4.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A - 3

B - 1

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

2.10. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność przewidywania przebiegu eksperymentu oraz jego graficznej interpretacji. Dotyczy problematyki transferu ciepła pomiędzy substancjami o różnych temperaturach. Zawsze w przyrodzie ciepło przechodzi od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze. Proces ten trwa do momentu wyrównania się temperatur obu ciał.

W obu przedstawionych doświadczeniach lód ma temperaturę niższą od otaczającego go powietrza. Zatem ciepło będzie przechodzić od otoczenia do lodu. W pierwszym przypadku, dla miseczki A umieszczonej na podwórku, gdzie temperatura jest niższa od temperatury topnienia lodu, lód podnosi swoją temperaturę w sposób ciągły aż do uzyskania temperatury otoczenia równej -10°C i pozostaje na tym poziomie do końca doświadczenia, niezależnie od jego czasu. W drugim przypadku, dla miseczki B, umieszczonej w pokoju o temperaturze +20°C, również przekaz ciepła będzie się odbywał do momentu, aż temperatury obu, i lodu i powietrza, wyrównają się. Jednak w tym przypadku pomiędzy temperaturami -18°C i +20°C lód przechodzi przez temperaturę 0°C, w której zachodzi jego topnienie. Na początku doświadczenia mieliśmy do czynienia z lodem, a po doświadczeniu otrzymujemy wodę, w stanie ciekłym. W międzyczasie zaszła zmiana stanu skupienia. W trakcie topnienia temperatura utrzymuje się na tym samym poziomie, 0°C, aż do całkowitego stopienia się lodu. Przedstawia to poprawnie wykres 1. Należy dodać, że nie osiągnięto tutaj jeszcze wyrównania temperatury między obu ciałami, ale widać wyraźną tendencję. Można przypuszczać, że gdyby wydłużyć czas doświadczenia jeszcze o 30-40 min, to temperatury wody (powstałej z lodu) i otaczającego powietrza wyrównałyby się.

Ostatni wykres, nr 4, przedstawia ciągły, bardzo szybki wzrost temperatury od -18°C do +20°C, tak jakby w trakcie nie dochodziło do zmiany stanu skupienia (topnienia), czyli etapu stałej temperatury przy 0°C, kiedy lód się topi.

Spośród wszystkich uczniów klasy pierwszej liceów biorących udział w badaniu całość zadania poprawnie rozwiązało zaledwie 11%. Większość uczniów (68%) prawidłowo interpretowała wykres 3 jako ilustrację doświadczenia z lodem na podwórku (podpunkt A). Z jednej strony to dużo, ale świadomość, że aż 1/3 badanych nie potrafi wskazać poprawnego wykresu, pokazuje, jak trudne jest przejście od teorii do praktyki.

Natomiast drugi eksperyment, z lodem w pokoju, sprawił uczniom dużo więcej problemów. W tej części zadania (podpunkt B), jedynie 14% spośród wszystkich badanych uczniów wybrało poprawnie wykres 1.

Najczęstszym błędem popełnianym przez uczniów był wybór wykresu 4 jako graficznej interpretacji tego doświadczenia. Aż 55% badanych osób błędnie wskazało właśnie tę odpowiedź. Przypuszczalnie, uczniowie podeszli schematycznie do problemu. Przeanalizowali problem A z miseczką umieszczoną na podwórku, gdzie lód podgrzewa się od -18°C do -10°C i najprawdopodobniej analogicznie potraktowali miseczkę B. Bez głębszej analizy wywnioskowali, że również tutaj temperatura lodu w sposób ciągły podnosi się od -18°C do +20°C, zapominając o tym, że w temperaturze +20°C nie ma już lodu. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym prawidłowy wybór było zapewne urwanie wykresu poprawnego poniżej temperatury otoczenia.

Można również doszukiwać się innych przyczyn błędnych interpretacji, a mianowicie:

1. Uczniowie nie rozumieją procesu topnienia (zmiany stanu skupienia).

2. Uczniowie nie pamiętają, że przy topnieniu temperatura utrzymuje się na stałym poziomie.

3. Uczniowie nie potrafią analizować wykresów. Wiedzą że temperatura przy topnieniu pozostaje stała, ale nie umieją odczytać tego z wykresu.

Słowa kluczowe

przemiany fazowe | topnienie

Przybliżona wartość

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Ania miała obliczyć ciśnienie wywierane na śnieg przez dziecko o ciężarze 500 N stojące na nartach. Na podstawie zamieszczonego w podręczniku zdjęcia oszacowała pole powierzchni nart na 0,15 m^2. Gdy wykonała działania na kalkulatorze wyświetlił się wynik 3333,333333.

Którą z poniższych propozycji powinna zapisać w zeszycie Ania jako obliczoną wartość ciśnienia?

☐A. 3333,3333 Pa

☐B. 3333,33 Pa

☐C. 3,333 Pa

☐D. 3,3 kPa

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych
8.4. Wymagania przekrojowe. Uczeń przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-). Przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba)
8.11. Wymagania przekrojowe. Uczeń zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2- 3 cyfr znaczących)

Komentarz

Zadanie sprawdzało umiejętność zaokrąglania liczb i podawania przybliżonej wartości wielkości fizycznej. Umiejętność ta jest bardzo potrzebna obecnie przy powszechnym stosowaniu przez uczniów kalkulatorów do najprostszych nawet obliczeń. Uczeń niejednokrotnie bez zastanowienia przepisuje wynik, który wyświetli się na kalkulatorze, chociaż bardzo często warunki zadania nie pozwalają na uzyskanie zbyt dużej dokładności.

W zadaniu należało obliczyć ciśnienie wywierane przez dziecko na podłoże przy znanym ciężarze dziecka i polu powierzchni nacisku. Obydwie te wielkości podane zostały z pewną dokładnością, którą określa liczba cyfr znaczących. Wynik też należało obliczyć z tą samą, nie większą dokładnością. Obowiązuje zasada, aby wynik podawać z taką dokładnością, jaka jest dokładność najmniej dokładnej wielkości podanej w zadaniu. Czyli wynik posiada tyle cyfr znaczących, ile cyfr znaczących ma najmniej dokładna wielkość podana w zadaniu.

Najważniejszą kwestią było oszacowanie, ile cyfr znaczących powinno się uwzględnić w obu podanych wartościach liczbowych: 500 (ciężar w niutonach) i 0,15 (pole powierzchni w m^2). Mają one odpowiednio trzy i dwie cyfry znaczące. Wobec tego wynik należało podać z maksymalnie dwiema cyframi znaczącymi. Tylko jedna odpowiedź – D – odpowiada tym warunkom. Wszystkie pozostałe mają więcej niż dwie cyfry znaczące.

Należy tutaj dodać, że w podstawie programowej dla gimnazjum nie ma obowiązku podawania dokładnej wiedzy o cyfrach znaczących, jest tylko potrzebna umiejętność posługiwania się zaokrągleniami. W tym zadaniu uczeń nie musi liczyć cyfr znaczących. Wystarczy, aby wiedział, że wyniki z kilkoma miejscami po przecinku są zbyt dokładne.

Spośród wszystkich uczniów klas pierwszych liceum ogólnokształcącego biorących udział w badaniu zaledwie około 30% zrobiło zadanie prawidłowo. Częściej niż prawidłową odpowiedź uczniowie wybierali odpowiedź B (ok. 39% wszystkich badanych), w której wynik podany był z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. Przypuszczalnie, albo sugerowali się tym, że jedna wielkość, pole powierzchni, zostało podane z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, albo zaokrąglili nieco wynik z kalkulatora. Nauczyciele raczej przychylają się do tego drugiego, czyli przypuszczają że badani uczniowie ‘lekko’ zaokrąglali wynik, co jest dobrą tendencją i daje dobre prognozy na zrozumienie tego zagadnienia w przyszłości. Uczniowie mieli świadomość, że wynik należy zaokrąglić! W odpowiedziach podane były dwie wersje możliwych zaokrągleń 3333,33 Pa oraz 3,3 kPa. Różniły się one zapisem. Prawdopodobnie zapis drugi, przedrostek kilo- (kPa), mógł być przez niektórych nieznany.

Najwyraźniej uczniowie mają duży problem z określeniem dokładności swoich obliczeń, a wręcz uważają, że należy podawać odpowiedzi możliwie jak najdokładniejsze. W ogóle nie dopasowują odpowiedzi liczbowej do warunków przedstawionych w zadaniu. Skoro ciężar dziecka jest podany w

przybliżeniu (‘okrągła’ liczba 500N), a pole powierzchni oszacowane na podstawie zdjęcia z podręcznika, to podawanie wyniku z kilkoma cyframi znaczącymi nie ma najmniejszego sensu.

Warto poświęcić jedną lekcję na pokazanie paru przykładów z zastosowaniem przybliżonych wartości wielkości fizycznych. Ten problem pojawić się może we wszystkich działach fizyki, ale również w innych dziedzinach, a szczególnie w różnego rodzaju oszacowaniach statystycznych. Przykładem mogą być wyniki ankiet przeprowadzanych przy różnych okazjach i podawanych z dużą dokładnością bez żadnego uzasadnienia.

Słowa kluczowe

ciśnienie | cyfry znaczące | przybliżona wartość

Wycieczka do Australii

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Janek pojechał na wycieczkę do Australii. Będąc w nieznanym kraju, postanowił posłużyć się kompasem, dla uzyskania lepszej orientacji w terenie. Niestety okazało się, że podążając na zachód według wskazań urządzenia, nie dotarł do zaplanowanego celu, gdyż z powodu nieprawidłowych wskazań kompasu zboczył z wybranego kierunku.

Oceń, co mogło być powodem nieprawidłowego działania kompasu.

	Stwierdzenie	**Tak czy Nie?**
1.	Janek znajdował się za daleko od bieguna północnego, więc pole magnetyczne Ziemi było zbyt słabe.	☐Tak / ☐Nie
2.	Na półkuli południowej kompas wskazuje biegun południowy, więc Janek powinien poruszać się w przeciwną stronę.	☐ Tak / ☐Nie
3.	Znajdujące się w pobliżu złoża rudy żelaza zakłócają pole magnetyczne Ziemi.	☐ Tak / ☐Nie
4.	Janek znajdował się blisko plaży i wpływ oceanu zmienił wskazania kompasu.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 – nie

2 – nie

3 – tak

4 – nie

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

5.2. Magnetyzm. Uczeń opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu
5.3. Magnetyzm. Uczeń opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków na podstawie wiedzy i własnych obserwacji. Uczeń powinien znać pojęcie magnesu oraz potrafić wyjaśnić zachowanie się igły magnetycznej w polu magnetycznym Ziemi, a tym samym rozumieć działanie kompasu.

Magnes ma dwa bieguny: północny i południowy. Jednoimienne bieguny magnesów odpychają się, a różnoimienne przyciągają. Ziemia jest wielkim magnesem. Jej północny biegun magnetyczny znajduje się w pobliżu południowego bieguna geograficznego i na odwrót, dlatego północny biegun igły magnetycznej zwraca się w przybliżeniu ku północnemu biegunowi Ziemi. Zawsze w każdym punkcie kuli ziemskiej, czy to na półkuli północnej, czy też na południowej, niezależnie od odległości od bieguna północnego Ziemi, igła magnetyczna w kompasie zachowuje się tak samo. Zawsze jej północny biegun wskazuje północny biegun ziemski. Świadczy to o fałszywości stwierdzeń 1 i 2.

Magnes oddziałuje również z żelazem. Żelazo składa się z domen magnetycznych, czyli namagnesowanych obszarów, które zachowują się jak małe magnesy. Jeśli w pobliżu nie ma żadnego magnesu, domeny te skierowane są w różne strony i na zewnątrz żelazo nie wykazuje właściwości magnetycznych. Jednak kiedy zbliżymy magnes, domeny magnetyczne obracają się tak, aby utworzyć uporządkowany zbiór z biegunami skierowanym w tę samą stronę. Mówimy wtedy o namagnesowaniu się żelaza.

Tak się właśnie dzieje ze znajdującymi się w polu magnetycznym Ziemi rudami żelaza. Kawałki żelaza namagnesowują się i stają się magnesami, powodując lokalne zaburzenia pola magnetycznego Ziemi. Jeśli igła magnetyczna znajdzie się blisko złóż rud żelaza, to ‘odczuwa’ ich wpływ jako zaburzenie pola magnetycznego Ziemi i jej wskazania są odchylone od faktycznego kierunku północ-południe (wyznaczonego przez niezaburzone pole magnetyczne Ziemi). Tym samym prawdziwe jest stwierdzenie 3.

Natomiast ani woda w oceanie, ani piasek na plaży nie mają właściwości magnetycznych i nie wpływają na odchylenia igły. Wskazuje to na nieprawdziwość stwierdzenia 4.

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceów około 20% uczniów rozwiązało całość zadania poprawnie. Najwięcej problemów sprawił punkt 2. Mniej więcej połowa badanych uważała, że na półkuli południowej kompas wskazuje biegun południowy Ziemi. Również około 33% badanych przyjęło błędne założenie, jakoby duża odległość od bieguna północnego Ziemi była powodem odchylenia wskazań igły magnetycznej w kompasie. Przyczynę odchylenia igły w złożach rud żelaza upatrywało poprawnie prawie 67% badanych uczniów. Nieco ponad 16% uczestników badania spodziewało się (błędnie) wpływu oceanu na wskazania igły magnetycznej.

Słowa kluczowe

igła magnetyczna | kompas | magnes

Równowaga sił

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Oceń poprawność stwierdzeń kończących poniższe zdanie:

Wszystkie siły działające na samolot równoważą się, gdy samolot

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. leci poziomo ze stałą prędkością.	☐Prawda / ☐Fałsz
2. przyspiesza na płycie lotniska podczas startu.	☐Prawda / ☐Fałsz
3. wznosi się po linii prostej ze stałą prędkością.	☐Prawda / ☐Fałsz
4. zakręca, a wartość jego prędkości nie ulega zmianie.	☐Prawda / ☐Fałsz
5. zwalnia przed podejściem do lądowania.	☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Prawda

2 - Fałsz

3 - Prawda

4 - Fałsz

5 - Fałsz

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.4. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność analizowania związku pomiędzy ruchem ciała a działającymi na nie siłami, a w szczególności, czy uczeń potrafi wyjaśnić, jak porusza się samolot, jeśli siły na niego działające równoważą się. Mówiąc inaczej, zadanie sprawdza, czy uczeń rozumie i umiejętnie stosuje pierwszą zasadę dynamiki Newtona.

Pierwsza zasada dynamiki Newtona mówi, że jeśli siły się równoważą, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym. O ile pierwsza część tego stwierdzenia jest zrozumiała dla większości uczniów (równowaga sił = spoczynek), o tyle druga część przysparza dużo problemów (równowaga sił powoduje ruch jednostajny). Intuicyjnie uczeń zakłada, że przyczyną wszelkiego ruchu jest działająca na obiekt siła. Czyli: jeśli ciało porusza się ze stałą, większą od zera prędkością, to uczeń błędnie wnioskuje, że działa na nie stała, większa od zera, siła. Nic dziwnego, skoro z historii fizyki

wiemy, że przez długie wieki uczeni tak właśnie interpretowali ruch jednostajny. Dopiero w XVII wieku Newton podał przytoczone wyżej wyjaśnienie.

Jednakże, kiedy uzmysłowimy sobie, że w przypadku ruchu ze stałą prędkością siła (a faktycznie wypadkowa sił) jest stała, ale dokładnie równa zero, to już łatwiej przychodzi nam zrozumieć, że skoro siła jest równa zero, to wszystkie działające na ciało siły się równoważą.

W zadaniu tylko podpunkty 1 i 3 odpowiadają tym warunkom: samolot porusza się ze stałą prędkością. W podpunkcie 4 jest mowa o stałej wartości prędkości, natomiast sama prędkość jako wektor zmienia się, ponieważ jej kierunek się zmienia – samolot zakręca, czyli nie porusza się po linii prostej, tylko po łuku. W pozostałych dwóch przypadkach samolot przyspiesza lub zwalnia, czyli jego prędkość się zmienia i mamy do czynienia z ruchem niejednostajnym.

Spośród wszystkich uczniów klas pierwszych liceum ogólnokształcącego, biorących udział w badaniu, zaledwie niecałe 9% rozwiązało całość zadania prawidłowo. Najłatwiejsze okazały się stwierdzenia dotyczące zmiany prędkości (podpunkty 2 i 5). W każdym z nich około 61% uczniów prawidłowo wskazało, że nie ma równowagi sił.

Jak można było się domyślić, największe trudności uczniowie mieli z interpretacją ruchu o stałej prędkości. Prawidłową odpowiedź, czyli równowagę sił, dla podpunktu 1 wskazało zaledwie 24 % badanych (dla ruchu jednostajnego po linii poziomej), ale już 56 % dla podpunktu 3 (ruch jednostajny po linii pionowej). Natomiast w przypadku zakręcania samolotu (ruchu po okręgu ze stałą wartością prędkością) aż 63 % wszystkich badanych uczniów wskazało nieprawidłowo na równowagę sił.

Słowa kluczowe

prędkość | równowaga sił | siła

Sztabka szklana

Sugerowane przeznaczenie Sprawdzian, Praca domowa

Poniższy fragment pochodzi z powieści „Lalka” Bolesława Prusa. Fragment odnosi się do sytuacji, w której Profesor Geist pokazał Wokulskiemu swój wynalazek:

> *- No, to jest sztabka szklana – odparł Wokulski.*
>
> *- Cha! cha!... – śmiał się Geist. – Weź do ręki, przypatrz się... Prawda, że ciekawe szkło? Cięższe od żelaza (...), wyborny przewodnik ciepła i elektryczności, daje się strugać”.*
>
> Bolesław Prus, „Lalka”

Niektóre cechy materiału opisanego w powyższym tekście są podobne do cech typowych metali. Zdecyduj które, zakreślając odpowiedni prostokącik.

	Cecha materiału	Czy jest podobna do cechy typowego metalu?
1.	Przezroczysty jak szkło.	☐Tak / ☐Nie
2.	Dobry przewodnik ciepła.	☐ Tak / ☐Nie
3.	Dobry przewodnik elektryczności.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. - Nie

2. - Tak

3. - Tak

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

4.3. Elektryczność. Uczeń odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady obu rodzajów ciał
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie, które pokazuje, że nawet w klasycznej polskiej powieści można odnaleźć zagadnienia dotyczące fizyki Mierzy ono nie tylko umiejętność analizy tekstu, w tym przypadku fragmentu książki „Lalka" Bolesława Prusa, ale po przeczytaniu tekstu uczniowie muszą ponadto porównać, które cechy opisanego „nieznanego materiału" są podobne do właściwości metalu.

Zadanie zostało przebadane na grupie 226 uczniów gimnazjum. Prawidłowo rozwiązało je prawie 51% uczniów.

W pierwszym punkcie w tabeli zadane jest pytanie, czy przezroczystość jest typowa dla metali. Oczywiście jak można się spodziewać, większość uczniów, bo aż 70%, odpowiedziała, że „nie", metal nie jest przezroczysty jak szkło. Niemniej aż 23% uczniów udzieliło odpowiedzi „tak". Zastanawiające jest, skąd taka odpowiedź, bo przecież każdy uczeń wie, jak wygląda metal. Można by tutaj wysnuć wniosek, że uczniowie błędnie zrozumieli polecenie zadania i opisywali nie cechy metalu, ale „nieznanego" materiału z powieści, gdzie padło stwierdzenie „to jest sztabka szklana". Niemniej stwierdzenie to było tylko hipotezą Wokulskiego, wyśmianą natychmiast przez Geista.

W kolejnych wierszach tabeli padają pytania, czy metal to dobry przewodnik ciepła i elektryczności, i tutaj poprawnych odpowiedzi „tak" udzieliło odpowiednio 75% i 70% uczniów. Przyczyn błędnych odpowiedzi nie można w tym przypadku doszukiwać się w nieprawidłowym odczytaniu polecenia zadania, bo we wstępie podano informację, że nieznany materiał jest „wybornym" przewodnikiem ciepła i elektryczności. Uczniowie, którzy zaznaczyli błędne odpowiedzi albo nie wiedzieli, że metal przewodzi ciepło i prąd, albo też źle przeanalizowali tekst i polecenie zadania i opisywali cechy szkła.

Całkowity wynik, wydawało by się, prostego zadania, to połowa poprawnych odpowiedzi, co sugeruje, że uczniowie nadal mają problem z analizą tekstu i prostym przetwarzaniem podanych informacji.

Słowa kluczowe

izolatory | metal | przewodniki

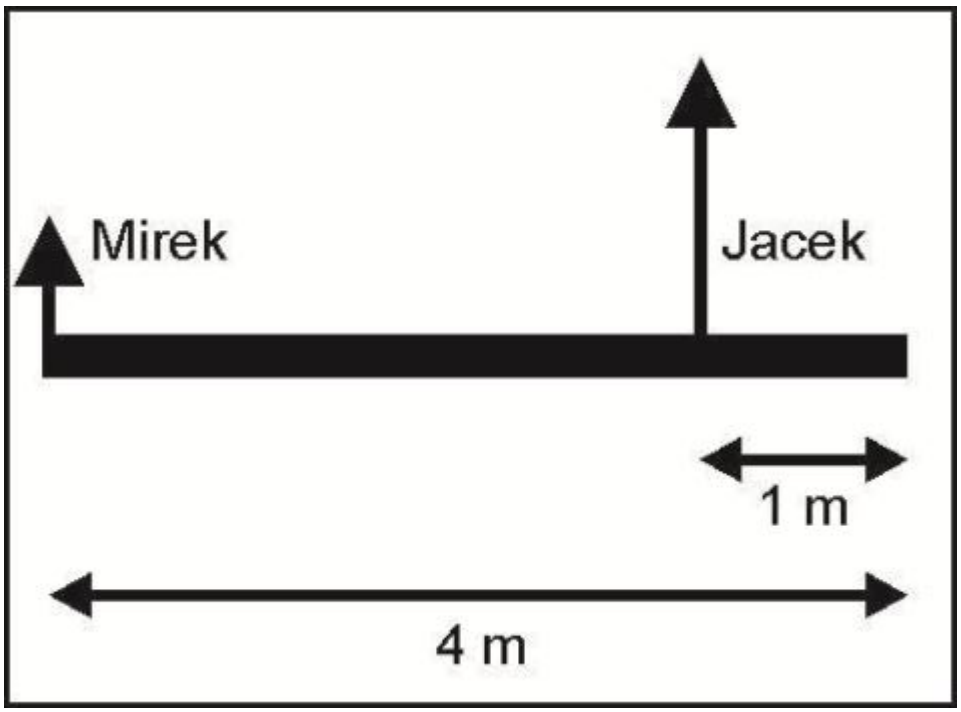
Dźwignia

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Jacek i Mirek przenoszą razem słupek o długości 4 m. Jacek narzeka, że niesie mu się bardzo ciężko, a Mirek uważa, że nie jest tak źle. Chłopcy zastanawiają, się co może być przyczyną różnicy ich odczuć. Mirkowi przypomina się lekcja fizyki o dźwigni dwustronnej. Zaczyna podejrzewać, że przyczyną narzekań Jacka jest fakt, że nie trzyma on słupka za sam koniec.

Istotnie, taki układ jest nieco podobny do dźwigni dwustronnej, a jej zasadę równowagi można tu też zastosować, jeżeli za oś obrotu dźwigni przyjmiemy środek ciężkości słupka, znajdujący się w środku jego długości. Suma sił, z jakimi działają obaj chłopcy, musi być przy tym równa ciężarowi słupka.

Na rysunku pokazano siły, z jakimi chłopcy działają na słupek.



Korzystając z powyższych informacji, można obliczyć, że na Mirka przypada:

☐A. połowa ciężaru słupka

☐B. 1/3 ciężaru słupka

☐C. 1/4 ciężaru słupka

☐D. 2/3 ciężaru słupka

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.11. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wykorzystania wiedzy z fizyki w konkretnej sytuacji życiowej. Dotyczy zasad działania dźwigni dwustronnej. Zadanie jest bardzo trudne, bo nietypowe. W opisanym doświadczeniu z przenoszeniem słupka, nie widać dźwigni tak wyraźnie, jak np. przy huśtawce. Trzeba ją sobie wyobrazić.

Można przeprowadzić proste doświadczenie: uczeń chwyta za słupek w środku ciężkości, wówczas końca nie trzeba podtrzymywać. Gdy złapie nieco z boku – koniec słupka opada na podłogę. Wystarczy jednak niewielka siła aby go utrzymać w poziomie. Drugi uczeń musi nieco podtrzymać koniec słupka. Im bliżej końca słupka przesuwa się pierwszy uczeń, tym większą siłą musi działać drugi, aby utrzymać słupek w poziomie. Po takim doświadczeniu uczniowie powinni bez wahania, niejako intuicyjnie wiedzieć, że Jacek będzie musiał działać większą siłą niż Mirek.

Przeanalizujmy rysunek do zadania. Ponieważ Jacek podtrzymuje klocek w odległości dwukrotnie mniejszej od środka ciężkości niż Mirek, to musi dźwigać ciężar dwukrotnie większy niż kolega. Zasada dźwigni: dwa razy dłuższe ramię, to dwa razy mniejsza siła. Skoro razem muszą unieść cały słupek, to suma ich sił musi się równać ciężarowi słupka. Nasuwa się tutaj pytanie: jak podzielić ciężar klocka między nimi, aby jeden dźwigał dwa razy więcej niż drugi? Zakładamy, że jeśli Mirek dźwiga jedną część, to Jacek musi dźwigać dwie takie same części klocka. Stąd wniosek, że klocek należy podzielić na trzy jednakowe części i jedną część (1/3całości) przydzielić jednemu chłopcu, a dwie części (2/3 całości) drugiemu. Wynika z tego, że Mirek dźwiga 1/3 ciężaru słupka a Jacek 2/3 tego ciężaru. Odpowiedź B.

Spośród wszystkich uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących biorących udział w badaniu pilotażowym około 28% rozwiązało zadanie prawidłowo. Równie często (ok. 24% wszystkich badanych) uczniowie dochodzili do błędnego wniosku, że na Mirka przypada 2/3 ciężaru, czyli więcej niż na Jacka, co jest o tyle zadziwiające, że z treści zadania wyraźnie wynika, że bardziej obciążony jest Jacek. Natomiast najczęściej wybierana była odpowiedź C (39%), przypisująca Mirkowi ¼ ciężaru do dźwigania. Widocznie największy problem sprawiło uczniom takie podzielenie ciężaru między chłopców, aby jeden niósł dwa razy tyle co drugi. Możliwe również, że uczniowie po prostu podzielili wartości podane na rysunku 1m/4m. Zadanie wyraźnie różnicowało uczniów.

Na podstawie analizy wyników, nasuwa się uwaga do nauczycieli, aby po rozwiązaniu przez uczniów zadania, zachęcali ich do przeczytania jego treści jeszcze raz, a następnie do skonfrontowania wybranej przez nich odpowiedzi z treścią zadania. Niech uczeń zastanowi się, czy wynik, który wskazał, pasuje logicznie do podanych w treści warunków.

Należy również zachęcać nauczycieli do aranżowania w klasie różnorakich prostych doświadczeń, w których uczniowie mogą sami ‘odczuć’ różnice sił i próbować wyciągać wnioski z sytuacji z życia codziennego.

Słowa kluczowe

dźwignia dwustronna | siła

Zegar z wahadłem

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W muzeum starych zegarów w Gdańsku dzieci zobaczyły zegary z wahadłem. Przewodnik wyjaśnił im, że w tych zegarach wykorzystuje się zależność częstotliwości drgań od długości wahadła. Im dłuższe wahadło, tym większy okres jego drgań, czyli mniejsza częstotliwość drgań.

Tekst: Justyna Bartol-Baszczyńska

Dobierz odpowiedzi, aby zdanie było prawdziwe.

1) Jeśli zegar się spóźnia, wahadło należy

☐A. skrócić,

☐B. wydłużyć,

2) gdyż okres jego drgań jest

☐A. za mały.

☐B. za duży.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - A,

2 - B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

6.2. Ruch drgający i fale. Uczeń posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu x(t) dla drgającego ciała

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie zasady działania konkretnego urządzenia na podstawie praw fizyki. Wychylenia wahadła w niektórych zegarach ściennych wykorzystywano kiedyś powszechnie do odmierzania czasu. Aby poprawnie rozwiązać zadanie, należy wiedzieć, że czas jednego pełnego wychylenia wahadła w zegarze, czyli jedno drganie, nosi nazwę okresu.

Czytając treść zadania, uczeń dowiaduje się, jaka jest zależność okresu drgań od długości wahadła. Im dłuższe wahadło, tym większy okres drgań. Inaczej mówiąc, dłuższe wahadło wykonuje jedno drganie dłużej niż wahadło krótsze. Jeśli zegar się spóźnia, to znaczy że potrzebuje więcej czasu na jedno drganie niż zegar, który chodzi prawidłowo. Aby zegar się nie spóźniał i zaczął prawidłowo wyznaczać czas, należy skrócić okres drgań tego zegara. Aby to zrobić, trzeba skrócić wahadło. Idąc tym tokiem rozumowania, uczeń powinien wybrać odpowiedź A w pierwszej części pytania i odpowiedź B w części drugiej.

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceum ogólnokształcącego, 43% uczniów rozwiązało obydwie części zadania poprawnie. Ci uczniowie dobrze wydedukowali, że wahadło jest za długie (należy je skrócić) i dlatego ma zbyt długi okres drgań. Pierwszą część zadania, wymagającą decyzji, czy należy skrócić, czy wydłużyć wahadło, prawidłowo rozwiązało 71% wszystkich uczniów. Jednak drugą część, czyli podanie uzasadnienia swojej decyzji, poprawnie zdecydowało 46% wszystkich badanych. Zważywszy, że były tylko 2 możliwości do wyboru w drugiej części, wynik wskazuje na niemalże losowe działanie. Z przykrością należy stwierdzić, że uczniowie którzy uczestniczyli w badaniu, nie wykazali się bardzo wysokimi umiejętnościami logicznego myślenia.

Słowa kluczowe

amplituda | częstotliwość drgań | okres drgań | wahadło | wychylenie

Okres drgań wahadła

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Tomek otrzymał instrukcję wykonania pomiaru okresu drgań pewnego wahadła.

Zawiesić kulkę o masie 80 g na nici o długości 180 cm, odchylić w bok o 3 cm, po czym puścić ją i zmierzyć czas 10 pełnych drgań. Otrzymany wynik podzielić przez 10 w celu wyznaczenia okresu drgań.

Aby zbadać, czy okres drgań wahadła zależy od amplitudy drgań, należy powtórzyć opisane w instrukcji pomiary, zmieniając

☐ A. masę ciężarka (na przykład na 40 g i 20 g).

☐B. wielkość wychylenia (na przykład 6 cm i 9 cm).

☐C. długość nici (na przykład na 90 cm i 45 cm).

☐D. liczbę drgań, których czas mierzymy (na przykład na 12 i 14 drgań).

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

6.2. Ruch drgający i fale. Uczeń posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu x(t) dla drgającego ciała
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdzało wiedzę ucznia. Według wymagań szczegółowych, uczeń powinien znać pojęcie amplitudy drgań i umieć się nim posługiwać. Zadanie nie wymagało żadnych umiejętności analitycznych, jedynie świadomości, że amplitudę drgań wyznacza jednoznacznie wielkość początkowego wychylenia z położenia równowagi.

Po przeczytaniu tekstu zadania, uczeń stara się przypomnieć sobie pojęcie amplitudy i próbuje je tak przeformułować, aby zdecydować, która spośród czterech wielkości: masa, wychylenie, długość nici czy też liczba drgań ma wpływ na amplitudę drgań ciężarka. Logicznie dedukując, odrzuca masę, długość wahadła i liczbę drgań, a następnie wybiera prawidłową odpowiedź (wielkość wychylenia, czyli odpowiedź B).

Spośród wszystkich badanych uczniów klas pierwszych liceów ogólnokształcących, zaledwie 39% uczniów wskazało prawidłową odpowiedź. Pozostałe, nieprawidłowe odpowiedzi wybierało mniej więcej dwukrotnie mniej osób (od 16 do 22%). Zadanie wyraźnie różnicowało uczniów.

Z przykrością należy stwierdzić, że zadanie potwierdziło bezradność uczniów przy tego typu zadaniach. Nie wystarczy znać definicję na pamięć ale trzeba potrafić tę definicję przeformułować i dostosować do konkretnej sytuacji, a to już wymaga zrozumienia danego pojęcia, w tym wypadku amplitudy. Zastanawiające jest to, że uczniowie uważani za zdolniejszych częściej niż pozostali wybierali niepoprawną odpowiedź do powyższego zadania. Jest to trochę niepokojące, że uczniowie niezbyt sobie radzą z dosyć, wydawałoby się, prostymi zagadnieniami.

Słowa kluczowe

amplituda | okres drgań | wahadło | wychylenie

Wycieczka do Krakowa

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Kamil wybiera się na wycieczkę do Krakowa. Zaplanował wszystko bardzo dokładanie: spakował się i kupił bilet dzień wcześniej. Mieszka tylko 3 km od dworca, więc założył, że rano dotrze na pociąg pieszo. Niestety w dzień wyjazdu zaspał. Gdy był gotowy do wyjścia, na zegarku była 7:45. Pociąg odjeżdżał planowo o 8:25. Kamil musiał błyskawicznie podjąć decyzję: czy zdąży na pociąg na piechotę (z plecakiem potrafi maszerować 5km/h), czy musi zamówić taksówkę?

Zaznacz wybrane wyrażenia, aby powstała poprawna odpowiedź.

(1) Kamil

☐A. powinien zamówić taksówkę,

☐B. może iść pieszo,

(2) gdyż czas, jakiego potrzebuje na dotarcie pieszo na dworzec, to około

☐A. 24 minuty.

☐B. 36 minut.

☐C. 48 minut.

☐D. 72 minuty.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - B,

2 - B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
8.4. Wymagania przekrojowe. Uczeń przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-). Przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba)

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność analizy sytuacji opartej na prostych obliczeniach matematycznych, wyciągnięcia wniosku z obliczeń i podjęcia decyzji. Zadanie wymaga policzenia czasu potrzebnego na pokonanie podanej drogi w sytuacji, w której znamy wartość prędkości przemieszczania się Kamila. Aby je rozwiązać, uczeń powinien znać wzór na drogę w ruchu jednostajnym i powinien umieć go przekształcić. Nawet jeśli nie pamięta wzoru, może posłużyć się proporcją. Skoro 5 km Kamil przejdzie w czasie 1 godziny, czyli 60 minut, to na 1 km potrzebuje 12 minut, a zatem 3 km przejdzie w czasie 36 minut. Stąd uczeń powinien wybrać odpowiedź B w drugiej części zadania.

Następnie, możemy porównać ten wynik z czasem, jakim dysponuje Kamil. Ponieważ chłopiec ma 40 minut, może iść pieszo. W pierwszej części zadania uczeń powinien więc wybrać odpowiedź B.

W badaniu przeprowadzonym wśród uczniów pierwszych klas liceum ogólnokształcącego obie części zadania prawidłowo rozwiązało 56% badanych. Pierwszą część zadania, w której trzeba było zdecydować, czy Kamil zdąży dojść pieszo na pociąg, prawidłowo rozwiązało 72% uczniów. Większą trudność sprawiła druga część zadania, dotycząca wyliczenia w minutach dokładnego czasu dojścia

Kamila do dworca. Tę część zadania prawidłowo rozwiązało 65% badanych. Przypuszczalnie, zarówno skorzystanie z właściwego wzoru lub ułożenie prostej proporcji, jak i zmiana jednostek czasu (z godziny na minuty) sprawiła uczniom trudności.

Nasuwa się tu wskazówka dla nauczycieli. Jak widać z powyższej analizy, należy bardzo uważać, aby rozwiązując skomplikowane zadania z kinematyki, nie uzyskać takiego efektu – bezradności połowy populacji licealistów wobec banalnego problemu.

Słowa kluczowe

droga | prędkość

Ładowarka telefonu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Pan Adam zastanawiał się, jak działa ładowarka jego telefonu, jeżeli pozostawimy ją na stałe podłączoną do gniazdka. Zauważył, że ładowarka grzeje się silnie tylko w czasie ładowania baterii telefonu, natomiast lampka na jej obudowie świeci słabym zielonym światłem także wtedy, gdy telefon nie jest do niej podłączony.

Na podstawie powyższych informacji i własnej wiedzy rozstrzygnij, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

	Stwierdzenie	Tak czy nie?
1.	W czasie ładowania telefonu część energii pobranej z sieci wydziela się w postaci ciepła.	☐Tak / ☐Nie
2.	Ładowarka nie pobiera energii z sieci, gdy telefon nie jest do niej podłączony.	☐Tak / ☐Nie
3.	Cała energia pobrana z sieci jest zużywana na ładowanie baterii telefonu.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. TAK,

2. NIE,

3. NIE

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.3. Energia. Uczeń opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii
2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła

Komentarz

Zadanie osadzone jest w kontekście życia codziennego. Niemal każdy uczeń ma telefon komórkowy i podłącza go do ładowarki, a więc spotkał się wiele razy z sytuacją opisaną w zadaniu. Uczniowie, określając prawdziwość poszczególnych stwierdzeń, mogą czerpać nie tylko z wiedzy nabytej w szkole, ale również z własnego doświadczenia. Zadanie mierzy umiejętność wnioskowania na podstawie wiedzy pochodzącej z obu tych źródeł.

Pierwsze stwierdzenie, mówiące że część energii pobieranej przez ładowarkę z sieci jest wydzielana w postaci ciepła, okazało się dla uczniów oczywiste. Nawet uczeń, który nie wie, że ciepło jest formą energii, jeśli dotykał ładowarki podłączonej do gniazda, czuł, że ma ona wyższą temperaturę. Prawie 86% uczniów klas pierwszych liceów, którzy rozwiązywali to zadanie, w badaniu zaznaczyło w tym stwierdzeniu prawidłową odpowiedź.

W kolejnym punkcie uczniowie mieli stwierdzić prawdziwość zdania, mówiącego że ładowarka, do której nie jest podłączony telefon, nie pobiera prądu. Z treści zadania wynika, że lampka na obudowie ładowarki świeciła się, gdy odłączono od niej telefon, pozostawiając wtyczkę ładowarki w gniazdku. Zatem ładowarka musiała pobierać energię elektryczną potrzebną na podtrzymanie pracy lampki (a tak naprawdę również innych układów). Z tym punktem uczniowie poradzili sobie bez większych problemów: 65% osób biorących w badaniu zaznaczyło prawidłowo odpowiedź „Nie”.

Podobny odsetek uczniów poprawnie ocenił stwierdzenie trzecie (66%), odpowiadając, że nie jest prawdą, iż cała energia pobrana z sieci jest zużywana na ładowanie baterii telefonu. Do prawidłowego wniosku uczniowie mogli dojść na dwa sposoby: albo kontynuując rozumowanie, które doprowadziło do prawidłowej odpowiedzi w pierwszym wierszu (część energii pobranej z sieci jest zamieniana na ciepło) lub w wierszu drugim (część energii pobranej z sieci jest zużywana na pracę lampki). Obie te drogi prowadziły do jednego wniosku: tylko część energii elektrycznej jest wykorzystywana na ładowanie baterii.

Należy jednak zwrócić uwagę, że w pierwszym zdaniu aż 86% uczniów wiedziało, że część energii z sieci jest zamieniana w ciepło, ale tylko 66% uczniów odpowiedziało poprawnie, że nie cała energia z sieci ładuje baterie telefonu, a wiec co najmniej 20% uczniów, którzy poprawnie odpowiedzieli w pierwszym zdaniu, zrobiło błąd w ostatnim stwierdzeniu.

Poprawnie wszystkie stwierdzenia wskazało 43% uczniów. Nie jest to wynik szczególnie słaby, ale biorąc pod uwagę fakt, że tematyka zadnia dotyczy sytuacji z życia codziennego, można by oczekiwać, że uczniowie w większym stopniu będą wykazywać zrozumienie zasady działania powszechnie używanych urządzeń elektrycznych. Warto w trakcie lekcji zwracać więcej uwagi na tego typu zagadnienia, aby wykształcić w uczniach postawę bardziej świadomego korzystania z zasobów energii.

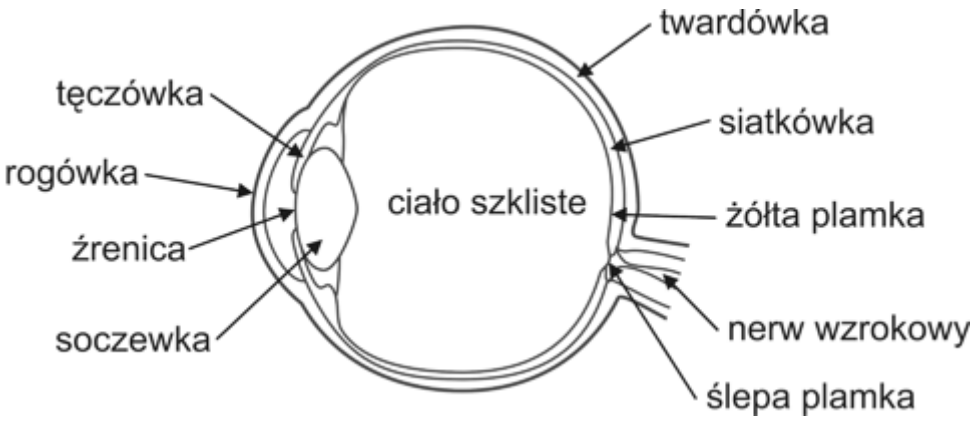
Słowa kluczowe

ciepło | energia | prąd elektryczny

Obserwacja planety Wenus

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Siatkówka składa się tzw. receptorów – światłoczułych końcówek nerwowych, które nazwane są pręcikami i czopkami. Pręciki znajdują się praktycznie w całej siatkówce, poza żółtą plamką, która znajduje się w centrum. Natomiast czopki skoncentrowane są właśnie w żółtej plamce i praktycznie nie występują w pozostałej części siatkówki. Pręciki i czopki nie występują w ślepej plamce – miejscu, w którym nerw wzrokowy wchodzi do oka.



Zadanie

Pewnej nocy Gosia postanowiła obserwować niebo. Ucieszyła się, gdyż oprócz planety Wenus zaobserwowała jakąś jasną gwiazdę.

Następnie Gosia zasłoniła dłonią jedno oko, aby widzieć lepiej drugim i zauważyła, że Wenus „zniknęła”, pomimo, że nadal widziała gwiazdę na niebie. Wybierz prawidłowe uzasadnienie opisujące to zjawisko.

	1. Podkreśl prawidłową odpowiedź		2. Podkreśl prawidłową odpowiedź
Obraz Wenus „zniknął”, gdyż powstał na	a) ślepej plamce, b) żółtej plamce, c) rogówce,	a w miejscu tym nie ma	a) czopków. b) pręcików. c) czopków i pręcików.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1.a, 2.c

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.6. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (biegnących równolegle do osi optycznej) posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza w zasadzie wyłącznie umiejętność analizy tekstu. Jednak tekst nie jest prosty, a odpowiedzi na postawione pytania nie są w nim udzielone wprost. Trzeba je wydedukować na podstawie następującego rozumowania: skoro w plamce ślepej nie ma ani czopków, ani pręcików, miejsce to jest w ogóle niewrażliwe na bodźce świetlne. Powstający tam obraz Wenus nie zostanie w ogóle zarejestrowany. Ponieważ żadna informacja na jego temat nie dotrze do mózgu, osobie dokonującej obserwacji będzie się wydawać, że w ogóle nie widzi planety.

Być może dla części uczniów sama nazwa plamki stanowiła podpowiedź, ponieważ brak widoczności jakiegoś obiektu może mieć coś wspólnego z lokalną ślepotą, spowodowaną przez podany w tekście brak komórek światłoczułych.

Zadanie zostało przebadane na próbie 168 uczniów. Na pierwsze pytanie poprawnie odpowiedziało 54%, uczniów, wybierając plamkę ślepą. Poprawnej odpowiedzi na drugie pytanie udzieliło 59% uczniów, słusznie wiążąc zniknięcie obrazu z brakiem obu rodzajów komórek światłoczułych w miejscu jego powstania. Jednak poprawnej odpowiedzi na oba pytania udzieliło tylko 42% uczniów. Ponieważ prawdopodobieństwo losowego trafienia poprawnej odpowiedzi wynosi w przypadku tego zadania 9%, uzyskany wynik sugeruje, że znaczna część uczniów wybierających poprawną odpowiedź dokonywała wyboru świadomie.

Prezentowane zadanie może być dobrym uzupełnieniem lekcji poświęconej zasadzie działania soczewek, w tym budowie i funkcjonowaniu oka.

Słowa kluczowe

ognisko soczewki | ogniskowa | soczewka

Dieta pana Franka

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Pan Franek zamierza schudnąć ze względów zdrowotnych. W czasie ostatniej wizyty u lekarza okazało się, że waży aż 90 kg, podczas gdy jego prawidłowa waga to około 75 kg. Postanowił zatem zmienić sposób odżywiania, zwiększyć ilość wysiłku fizycznego i często kontrolować masę ciała. Korzystając z dnia wolnego, w sobotę ważył się wiele razy, zapisując wyniki w notatniku. Tego dnia odżywiał się zgodnie z zaleconą dietą, pijąc dużo wody mineralnej.

Godzina	Masa (kg)
8:00	90,6
11:00	91,1
14:00	91,6
17:00	91,5
20:00	91,9

Gdy zajrzał do notatnika, zmartwił się, że wieczorem ważył o ponad kilogram więcej niż rano.

Zadanie 1

Na jednym z forów internetowych pan Franek znalazł wskazówkę, by ważyć się raz w tygodniu, zawsze o tej samej porze dnia.

Który z argumentów stanowi naukowe wyjaśnienie, dlaczego nie należy robić tego częściej?

☐A. „Wynik ważenia zależy od tego, ile jedliśmy i piliśmy w dniu poprzednim.”

☐B. „Smutna jest sytuacja, gdy ktoś waży się kilka razy w ciągu dnia.”

☐C. „Po co ważyć się codziennie, albo nawet kilka razy dziennie – przecież to może zniechęcić.”

☐D. „Lepiej znaleźć sobie inne, ciekawsze zajęcie niż ważenie się”

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Zadanie miało zbadać, na ile uczniowie odróżniają argumenty naukowe od emocjonalnych. Chociaż bowiem tylko argument A jest poprawnym naukowo uzasadnieniem nonsensowności zbyt częstych pomiarów (wskazanie wagi zmienia się w ciągu dnia w zależności od różnych czynników natury fizjologicznej), to pozostałe nie są w sposób oczywisty bezsensowne. Każdy z nich teoretycznie mógłby przekonać pewną liczbę odchudzających się osób do porzucenia nawyku zbyt częstego kontrolowania masy ciała.

Tym bardziej cieszą wyniki pilotażowego badania tego zadania przeprowadzone na grupie 165 uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących. Aż 77% uczniów poprawnie wskazało odpowiedź A. Wśród pozostałych trzech największym powodzeniem cieszyła się odpowiedź C – chyba faktycznie najbardziej przekonująca emocjonalnie. Wybrało ją 14%, uczniów (podczas gdy odpowiedzi B i D wybrało łącznie zaledwie 6% uczniów).

Niestety nie oznacza to, że uczniowie dobrze rozumieją istotę problemu. W jednocześnie prowadzonym badaniu umieszczono bowiem zadanie o identycznej treści, pytając o to, co można, a czego nie można wywnioskować z tego doświadczenia. Wyniki uzyskane dla tego zadania prezentujemy poniżej.

Słowa kluczowe masa | pomiar

Zadanie 2

Opierając się na wiadomościach przedstawionych w tekście, rozstrzygnij, które z poniższych stwierdzeń można uznać za poprawny wniosek na temat zmian masy przedstawionych w tabeli.

Zdanie	Czy można to stwierdzić?
1. Dieta pana Franka okazała się nieskuteczna.	☐Tak / ☐Nie
2. Masa ciała zmienia się w ciągu dnia, gdy jemy i pijemy.	☐Tak / ☐Nie
3. Prawdopodobnie pan Franek nie trzymał się diety.	☐Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - NIE,

2 - TAK,

3 - NIE.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie miało sprawdzić, w jakim stopniu uczniowie są w stanie zinterpretować wyniki pomiarów, wykorzystując posiadane wiadomości. Na podstawie pomiarów masy ciała dokonanych kilka razy w ciągu tego samego dnia przez pana Franka oraz informacji zawartych w tekście, uczniowie mieli za zadanie rozstrzygnąć, które ze stwierdzeń w tabeli można uznać za poprawny wniosek na temat rozbieżności pomiędzy wynikami poszczególnych pomiarów.

Jedynie drugi z przedstawionych wniosków możemy uznać za poprawny, ponieważ ilość przyjmowanych płynów i pożywienia rzeczywiście może wpłynąć na wskazania wagi (choć nie są to jedyne czynniki). Pozostałe dwa wnioski to stwierdzenia na temat skuteczności diety stosowanej przez pana Franka. Pomijając już sam fakt, że wszystkie pomiary masy były wykonane tego samego dnia (a powinny być wykonywane w odstępach przynajmniej kilkudniowych w całym okresie stosowania diety), nie wiemy nawet, jak długo dieta była stosowana i czy w ogóle była stosowana, z wyjątkiem dnia, w którym pan Franek się ważył. Z informacji podanych w zadaniu wynika bowiem, że lekarz zalecił jakąś dietę, pacjent postanowił się do niej zastosować i na pewno stosował się do niej w dniu dokonywania pomiarów. Jednak cały czas nie wiemy, co się działo pomiędzy wizytą u lekarza a opisaną w tekście sobotą. Nie wiemy nawet, ile ważył pan Franek w dniu wizyty u lekarza i czy przez ten czas schudł, czy przytył.

W badaniu pilotażowym aż 43% uczniów uznało, że stwierdzenie „Dieta pana Franka okazała się nieskuteczna” można uznać za poprawny wniosek z przytoczonego tekstu. Najwyraźniej niektórym uczniom w formułowaniu takiego wniosku nie przeszkodził fakt, że trudno po jednym dniu stosowaniu

diety wyrokować o jej skuteczności. Prawie 26% badanych uczniów uznało, że „prawdopodobnie pan Franek nie trzymał się diety”.

Wprawdzie stwierdzenie „Masa ciała zmienia się w ciągu dnia, gdy jemy i pijemy” wskazało jako poprawny wniosek aż 82% uczniów, jednak całość zadania poprawnie rozwiązało zaledwie 44% badanych osób. Oznacza to, że więcej niż co druga z nich wybrała błędną interpretację wyników pomiarów w przynajmniej jednym z wierszy. Problem jest ważny w kontekście społecznym – dlatego warto poświęcić w szkole nieco czasu na jego analizę.

Słowa kluczowe

masa | pomiar

Ławka w parku

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

W jesienny pochmurny dzień, gdy temperatura wynosiła 10˚C, Janek spacerował po pustym parku. Usiadł na metalowej ławce i poczuł, że jest zimna. Przesiadł się na ławkę drewnianą i miał wrażenie, że jest ona cieplejsza. Zaciekawiło go to, dlatego usiadł jeszcze na kilku innych ławkach. Za każdym razem ławka metalowa wydawała się zimniejsza od drewnianej. Przyszły mu do głowy cztery wyjaśnienia tego zjawiska.

Które z tych wyjaśnień jest prawidłowe?

- ☐A. Ławka metalowa ma niższą temperaturę niż drewniana.
- ☐B. Metal pobiera, a drewno oddaje ciepło.
- ☐C. Metal lepiej przewodzi ciepło niż drewno.
- ☐D. Drewno szybciej się nagrzewa niż metal.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej

Komentarz

Prezentowane zadanie dotyczy sytuacji, w której nasze zmysły w połączeniu z powierzchowną „wiedzą" potoczną mogą prowadzić nas na manowce. Zmysł dotyku w powszechnym odczuciu pozwala na oszacowanie temperatury dotykanego ciała. Tymczasem przyczyną odczucia zimna jest nie tylko temperatura, ale i m.in. przewodnictwo cieplne dotykanego obiektu. Z tej przyczyny przedmioty metalowe wydają się nam znacznie zimniejsze od wykonanych np. z plastiku, pomimo takiej samej temperatury, niższej od temperatury ciała.

Rozumienie procesów przepływu energii w otaczającym świecie niewątpliwie ułatwia nam życie, chroniąc nas choćby przed zachowaniami ryzykownymi (oparzeniami, odmrożeniami itp.). O ile bowiem fakt, że ogień parzy, a lód chłodzi jest wiedzą powszechnie „oczywistą", to już różnice w skutkach dotykania metalowych i drewnianych przedmiotów w czasie mrozów – niekoniecznie.

Teoretycznie uczeń powinien wynieść ze szkoły pewną podstawową wiedzę dotyczącą procesów przepływu ciepła. Wiedza ta powinna mu wystarczyć do zrozumienia opisanej w zadaniu sytuacji. Wprawdzie może się ona okazać nietrwała, ale sam fakt poruszania podobnych problemów w dyskusji z młodzieżą ma głęboki sens. Znacznie bowiem ważniejsze od samej wiedzy jest wyrabianie podczas realizacji całego szeregu tematów i doświadczeń pewnych bardziej ogólnych nawyków. W tym przypadku takim ogólnym celem jest wyrobienie pewnego dystansu do nieuprawnionych wniosków, jakie często podsuwają nam nasze zmysły.

W zasadzie absolwent gimnazjum nie powinien mieć większych problemów z rozwiązaniem tego zadania. Zapis 2.8 podstawy programowej jednoznacznie wskazuje, że „uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej". Wydawałoby się zatem, że znaczący odsetek uczniów natychmiast skojarzy fakt dobrego przewodnictwa cieplnego metalowej ławki i złego – drewnianej, z opisanym w zadaniu efektem.

W pełni świadome, poprawne rozwiązanie zadania wymagało następującego rozumowania:

- każdy przedmiot po odpowiednio długim czasie uzyskuje taką samą temperaturę jak jego otoczenie, zatem oba rodzaje ławek w zadaniu mają identyczną temperaturę równą 10˚C. Wniosek ten eliminuje przy okazji odpowiedź A;
- zetknięcie ludzkiego ciała o temperaturze 36˚C z dowolnym przedmiotem o temperaturze 10˚C prowadzi nieuchronnie do oddawania ciepła przez ciało. W zależności jednak od przewodnictwa cieplnego tego przedmiotu szybkość oddawania ciepła może być większa lub mniejsza;
- ławka metalowa wydaje się bardziej zimna, bo metal jako przewodnik szybciej odprowadza ciepło z ludzkiego ciała do ławki.

Odrzucenie pozostałych odpowiedzi wymagało:

- odpowiedzi B – wiedzy, że kierunek przepływu ciepła determinuje różnica temperatur. Oddawanie ciepła ciału człowieka byłoby możliwe jedynie wówczas, gdyby ławka była podgrzewana do temperatury wyższej niż temperatura ciała człowieka;
- odpowiedzi D – świadomości, że to metal jako lepszy przewodnik szybciej się nagrzewa niż drewno. Bardzo dobrze rozumie to każdy, kto choć raz dotknął np. silnie nagrzanej w słońcu karoserii samochodu i pnia rosnącego obok drzewa. Odpowiedź tę można jednak wyeliminować również na podstawie faktu, że o żadnym nagrzewaniu w treści zadania nie było mowy.

Badanie było przeprowadzone w pierwszych klasach szkół ponadgimnazjalnych w ramach ogólnopolskiego badania Laboratorium Myślenia, realizowanego przez IBE. Polegało ono na tym, że uczniowie rozwiązywali test, składający się w sumie z kilkudziesięciu pytań zamkniętych z przedmiotów przyrodniczych (biologia, chemia, fizyka, geografia). Szczegółowe informacje na temat badania dostępne są pod adresem

http://eduentuzjasci.pl/badania/110-badanie/409-laboratorium-myslenia-diagnoza-nauczania-przedmiotow-przyrodniczych-w-polsce.html

Prezentowane zadanie wypadło bardzo słabo. Zaledwie 21% uczniów wybrało prawidłową odpowiedź. Najczęściej wybierana była odpowiedź B (Metal pobiera, a drewno oddaje ciepło – 31%), następnie odpowiedź A (Ławka metalowa ma niższą temperaturę niż drewniana – 28%). Najrzadziej uczniowie decydowali się na odpowiedź D (Drewno szybciej się nagrzewa niż metal – 18 %).

Ponieważ na etapie analizy udzielanych przez uczniów odpowiedzi jest możliwe sprawdzenie korelacji pomiędzy wynikiem ucznia z całego testu przyrodniczego a wynikiem konkretnego zadania, sprawdzono, czy w jednakowy sposób odpowiadali uczniowie uzyskujący różną liczbę punktów z całego testu.

Wśród najsłabszych uczniów zaznaczyła się lekka dominacja odpowiedzi B, z której wynikałoby, że metal zabiera nam ciepło, a drewno dostarcza. Można przypuszczać, że znaczna część uczniów w tej grupie wybierała przypadkowe odpowiedzi.

W grupie nieco lepszych uczniów można było zauważyć zaskakującą tendencję, że odpowiedź poprawna była najrzadziej wybierana. Dominujące okazały się stereotypy, opisane w różny sposób w pozostałych dystraktorach. Dopiero w grupie najzdolniejszych uczniów przeważała poprawna odpowiedź. Jednak nawet wśród nich takiego wyboru dokonało jednie nieco ponad 40% uczniów.

Niejako „przy okazji” okazało się, że dopiero w tej najzdolniejszej grupie znacząco spadł wybór bardzo atrakcyjnego w pozostałych grupach dystraktora A. Potwierdza to fakt mocnego zakorzenienia w świadomości uczniów prostego skojarzenia: wrażenie ciepła powoduje ciało o wysokiej temperaturze, a zimna – o niskiej. Jedynie wśród najzdolniejszych uczniów udaje się nieco osłabić ten stereotyp.

Słowa kluczowe

ciepło

Bieg na czas

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

W pewien listopadowy dzień Maciek i jego koledzy postanowili zmierzyć swój czas w biegu na 1 km. Dysponowali zegarkiem z sekundnikiem. Startowali jeden po drugim, a Maciek notował czasy ich startu oraz przybycia do mety w tabeli. Po biegu przedstawiały się one następująco:

	start	**stop**	**czas biegu**
Stefan	15.30:12	15.36:42	6 min 30 s
Mirek	15.30:45	15.37:38	6 min 53 s
Jasiek	15.31:13	15.37:43	6 min 30 s
Marcin	15.31:59	15.37:43	5 min 44 s

Które z poniższych stwierdzeń na temat biegu chłopców są prawdziwe? Wstaw X w odpowiednie miejsce w tabeli.

Stwierdzenie	**Prawda czy fałsz?**
1. Najszybszym z chłopców był Marcin.	☐Prawda / ☐Fałsz

2. Marcin i Jasiek przybiegli do mety jednocześnie. ☐Prawda / ☐Fałsz
3. Stefan jest tak samo szybki jak Jasiek. ☐Prawda / ☐Fałsz
4. Mirek przebiegł linię mety przed Jaśkiem. ☐Prawda / ☐Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Prawda,

2 - Prawda,

3 - Prawda,

4 - Prawda

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli

Komentarz

Prezentowane zadanie było rozwiązywane w ramach badania pilotażowego przez 155 uczniów liceów ogólnokształcących. Nietypowym elementem zadania jest fakt niejednoczesnego startu chłopców. W związku z tym udzielenie poprawnej odpowiedzi w przypadku stwierdzeń 1 i 3 wymaga analizy ostatniej kolumny tabeli, natomiast w przypadku stwierdzeń 2 i 4 – przedostatniej. Najprawdopodobniej taka konstrukcja zadania, niejako wymuszająca na uczniu świadomy wybór potrzebnych danych, okazała się największym problemem.

Całość zadania poprawnie rozwiązało 36% uczniów, przy czym stwierdzenia 1 i 3 nie sprawiły uczniom większego problemu – poprawną odpowiedź wybrało w nich odpowiednio 90 i 87% badanych osób. Znacznie więcej kłopotu sprawiły uczniom stwierdzenia 2 i 4, które na pierwszy rzut oka reprezentują podobny poziom trudności. Poprawną odpowiedź wskazało w nich odpowiednio 56 i 57%. Zważywszy na fakt, iż prawdopodobieństwo przypadkowego wyboru poprawnej odpowiedzi w danym wierszu wynosi aż 50%, trudno nie uznać wyników za fatalne.

Wyniki zadania wskazują, iż absolwenci gimnazjów mogą mieć poważne problemy z analizą nawet najprostszych danych, o ile tylko są one przedstawione w sposób nietypowy. Uczniowie bowiem wpadali w schemat myślenia w kategoriach jednoczesnego startu zawodników, choć fakt, że tak nie było, jest bardzo mocno podkreślony – nie tylko w tekście, ale i w danych w tabeli.

Ponadto w naszych badaniach diagnostycznych zauważamy słabszą rozwiązywalność zadań, w których wszystkie prawidłowe odpowiedzi są twierdzące lub przeczące. Najprawdopodobniej uczniowie ulegają mylnemu przeświadczeniu, że jeśli część odpowiedzi brzmiała „tak”, to pozostałe powinny brzmieć „nie”, i starają się dopasować rozwiązanie do tego przekonania.

Energia protonu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Europejska Organizacja Badań Jądrowych (CERN) jest ośrodkiem naukowo-badawczym położonym na północny zachód od Genewy, na granicy Szwajcarii i Francji, pomiędzy Jeziorem Genewskim a górskim pasmem Jury. Najważniejszym narzędziem badawczym jest, uruchomiony 10 września 2008, największy na świecie akcelerator cząstek – Wielki Zderzacz Hadronów (LHC). Przyśpiesza on pojedyncze protony do energii ok. $5 \cdot 10^{-7}$ J. Protony skupione są w paczkach po ok. 10^{11} cząstek. Podczas zderzeń w LHC może krążyć do 2800 paczek cząstek.

W poniższej tabeli zebrano różne energie:

A lecący komar	$5 \cdot 10^{-7}$ J
B kropla deszczu spadająca na ziemię	$5 \cdot 10^{-4}$ J
C piłeczka tenisowa po serwie	50J
D piłka kopnięta przez piłkarza	$5 \cdot 10^{3}$ J
E rowerzysta jadący z prędkością 30 km/h	$5 \cdot 10^{4}$ J
F samochód osobowy jadący z prędkością 90 km/h	$5 \cdot 10^{6}$ J

Uzupełnij zdania, wstawiając w puste miejsca odpowiednią literę:

Energia jednego protonu w LHC jest w przybliżeniu równa energii w sytuacji …....., podczas gdy energia jednej paczki protonów jest w przybliżeniu równa energii wydzielonej w sytuacji …..... .

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A E

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych
8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli

Komentarz

Prezentowane zadanie sprawdza umiejętność analizy tekstów popularnonaukowych. Na podstawie przeczytanego artykułu uczeń ma uzupełnić luki w tekście, wstawiając w nie litery oznaczające odpowiednie sytuacje. Zadanie składa się z dwóch etapów. Pierwszy z nich wydaje się banalnie prosty –

aby wybrać poprawną odpowiedź, wystarczy odnaleźć odpowiednią wartość w tekście oraz identyczną wartość w tabeli.

Część druga wymaga dodatkowo umiejętności wykonywania działań na liczbach przedstawionych w zapisie wykładniczym. Uczeń gimnazjum powinien opanować tę umiejętność na lekcjach matematyki. Wobec tego absolwent gimnazjum nie powinien mieć (przynajmniej teoretycznie) problemów z wykonaniem tego typu działań matematycznych. Tymczasem wyniki badania pilotażowego przeprowadzonego na ogólnopolskiej próbie 168 uczniów liceów ogólnokształcących wcale nie potwierdzają tego przypuszczenia.

Pierwszą część zadania poprawnie rozwiązało około połowy uczniów (52%). Dosyć liczną grupę tworzyli uczniowie, którzy w ogóle nie rozwiązali tej części (21%), to znaczy nie wybrali żadnej odpowiedzi. Być może odstraszył ich nieco naukowy język tekstu a także wykładniczy zapis liczb. Pozostała część badanej populacji wybierała odpowiedź najprawdopodobniej losowo, gdyż odpowiedzi rozłożyły się niemal równomiernie między pozostałe dystraktory.

W drugiej części zadania poprawnej odpowiedzi udzieliło 21% uczniów. Uczniowie preferowali przy tym sytuacje, w których energia opisanych obiektów była wysoka. Im wyższa energia poruszającego się obiektu, tym częściej była wskazywana jako poprawna odpowiedź. Odsetek uczniów, którzy nie udzielili żadnej odpowiedzi w tej części, również był dosyć wysoki (24%).

Dzięki dużej liczbie dystraktorów prawdopodobieństwo przypadkowego wpisania prawidłowych odpowiedzi w obie luki było bardzo małe (poniżej 3%). Całość zadania poprawnie rozwiązało 11% uczniów, co jest wartością wyższą niż wartość losowa; można zatem przypuszczać, że uczniowie ci wybierali odpowiedzi świadomie. Niemniej jednak wynik jest niezwykle słaby – z jednej strony zapewne wpłynęła na poziom rozwiązywalności nietypowa forma i tematyka zadania, z drugiej strony oczekiwalibyśmy jednak, że współczesny wykształcony człowiek potrafi orientować się w rzędach wielkości danych.

Widzenie kolorów

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Gdy dany nieprzezroczysty przedmiot oświetlimy światłem białym, będącym mieszaniną promieniowania o różnej długości fali, część światła zostaje pochłonięta (zaabsorbowana), a część odbita. Odbite promieniowanie odpowiada za barwę przedmiotu. Przedmiot odbijający wszystkie barwy będzie w świetle białym - biały, a przedmiot pochłaniający wszystkie barwy – czarny.

Dla czterech przedmiotów o różnych barwach zbadano zakres długości fali pochłoniętego światła.

Badany przedmiot	Zakres długości fali zaabsorbowanego promieniowania [nm]
żółta nakrętka	400-450
czerwona serwetka	400-610
niebieski koc	500-700
zielony kubek	400-450, 565-700

Dobierz odpowiedzi tak, by otrzymać zdanie prawdziwe.

(1) Jeżeli zbadaną w doświadczeniu czerwoną serwetkę oświetlimy niebieskim, jednobarwnym światłem o długości fali 440nm będzie się wydawało, że ma ona kolor

☐A. niebieski,
☐B. czerwony,
☐C. czarny,
☐D. biały,

(2) gdyż

☐A. oświetlenie nie ma wpływu na widzianą barwę.
☐B. praktycznie całe światło zostanie pochłonięte.
☐C. praktycznie całe światło zostanie odbite.
☐D. jedynie światło o tej barwie zostanie odbite.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 – C,

2 – B

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie ciekawego zagadnienia, jakim jest widzenie kolorów. Warto zauważyć, że pełna informacja, potrzebna uczniowi do prawidłowego rozwiązania zadania, została zawarta we wstępie: podano w nim warunki, jakie muszą być spełnione, abyśmy postrzegali przedmiot jako mający określony kolor. Jeśli niektóre długości fal zostaną odbite od przedmiotu, zobaczymy go w barwach odpowiadających długościom fal odbitych. Jeśli przedmiot oświetlimy światłem białym, to odbite zostaną wszystkie długości – przedmiot będziemy postrzegać jako biały. Jeśli światło zostanie w całości zaabsorbowane, będziemy postrzegać go jako czarny. Aby prawidłowo rozwiązać zadnie, uczeń powinien uważnie przeczytać tekst i powiązać zawarte tam informacje z danymi w tabeli.

Pierwsza część zadania sprowadza się właśnie do odczytania danych z tabeli. W zadaniu jest mowa o czerwonej serwetce, którą oświetlamy falą o długości 440 nm. Uczeń powinien zauważyć, że czerwona serwetka jest jednym z badanych przedmiotów wymienionych w tabeli. Powinien również zwrócić uwagę na fakt, że długość fali niebieskiej mieści się w przedziale długości fal całkowicie absorbowanych przez ten przedmiot. W takim razie serwetka oświetlona światłem niebieskim w całości pochłonie padające na nią promieniowanie, w wyniku czego będziemy postrzegać jej kolor jako czarny. Poprawną odpowiedzią w tej części zadania jest zatem odpowiedź C.

Druga część zadania polega na podaniu wytłumaczenia, dlaczego uczeń wybrał taką, a nie inną odpowiedź w części pierwszej. Wiemy już, że oglądana serwetka będzie się wydawać czarna. Dzieje się tak, ponieważ fala niebieska zostanie całkowicie pochłonięta. Wobec tego w tej części zadania uczeń powinien wybrać odpowiedź B.

W badaniu pilotażowym poprawnie rozwiązało to zadanie tylko 13% uczniów klasy trzeciej gimnazjum. Wydaje się rzeczą niepokojącą, że tak mały odsetek uczniów rozumie, w jaki sposób widzimy barwy. W pierwszej części zadania poprawną odpowiedź zaznaczyło 37% uczniów, ale prawie 24% uczniów zaznaczyło dystraktor A, uważając, że jeżeli oświetlimy czerwony przedmiot barwą niebieską, to będzie się on nam wydawał niebieski. Najprawdopodobniej ta grupa uczniów błędnie zinterpretowała informację podaną w pierwszej części zadania.

W drugiej części zadania poprawną odpowiedź zaznaczyło 40% badanych osób, a więc pewna grupa uczniów uznała, że w opisanej sytuacji czerwony przedmiot zaabsorbował całe promieniowanie. Jednak, jak widać po wyniku uzyskanym dla całego zadania, tylko część z nich wybierała tę odpowiedź świadomie, potrafiąc zrozumieć związek między tym faktem a obserwowaną barwą przedmiotu.

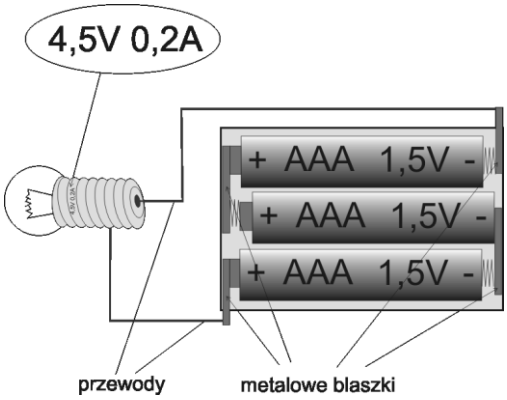
Słowa kluczowe: optyka, widzenie, barwy, absorpcja światła.

Słowa kluczowe

absorpcja światła | barwy | optyka | widzenie

Dlaczego latarka nie świeci?

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji



Tomek włożył trzy ogniwa do latarki. Latarka świeciła jednak bardzo słabo. Tomek wyjął ogniwa i żarówkę z latarki, a następnie połączył żarówkę przewodami kolejno z każdym ogniwem. Za każdym razem żarówka świeciła tak samo słabo, jak w przypadku zasilania trzema ogniwami w latarce. Sposób połączenia przez Tomka ogniw w latarce pokazano na rysunku.

Przyczyną słabego świecenia żarówki w latarce było

☐A. odwrotne włożenie do pojemnika środkowego ogniwa.

☐B. użycie prawie całkowicie wyczerpanych ogniw.

☐C. odwrotne podłączenie przewodów do żarówki.

☐D. użycie żarówki o napięciu 4,5 V do ogniw o napięciu 1,5 V.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

4.12. Elektryczność. Uczeń buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy

Komentarz

W świecie, w którym zewsząd otaczają nas urządzenia elektryczne, uczniowie nie powinni mieć problemów z wyjaśnieniem zasady działania przynajmniej najprostszych z nich. Tymczasem wyniki badań pilotażowych przeprowadzonych z wykorzystaniem zadań dotyczących różnych działów fizyki wskazują na to, że zagadnienia dotyczące elektryczności postrzegane są przez uczniów jako bardzo skomplikowane i nie mające związku z życiem codziennym. Prezentowane tutaj zadanie pokazuje, że młodzież ma spore trudności z zastosowaniem wiedzy szkolnej w praktyce. W przykładzie opisanym w zadaniu użyta została żarówka o napięciu znamionowym wynoszącym 4,5 V, zasilana przez trzy identyczne ogniwa, z których każde daje napięcie 1,5 V. Przy prawidłowym podłączeniu ogniw (w tym przypadku – szeregowo) napięcia sumują się i pomiędzy końcami przewodów podłączonych do żarówki uzyskujemy napięcie wymagane do jej optymalnej pracy.

Przedstawiony w zadaniu problem wydaje się banalny: należy ocenić, dlaczego w opisanej sytuacji latarka świeci bardzo słabo. Sprowadza się to do znalezienia odpowiedzi na pytanie, dlaczego warunki do optymalnej pracy żarówki nie są spełnione. Wystarczy dokładnie obejrzeć rysunek, aby stwierdzić, że środkowe ogniwo zostało włożone odwrotnie (odpowiedź A). Potrzebna jest do tego jedynie umiejętność budowania i analizowania prostych obwodów elektrycznych. Przydaje się też odrobina spostrzegawczości – na rysunku widać, że biegun dodatni środkowego ogniwa styka się ze sprężynką, która powinna być podłączona do jego bieguna ujemnego. Dzięki temu rysunek wiernie odwzorowuje sytuację, z jaką możemy się spotkać na co dzień w trakcie podłączania baterii do dowolnego urządzenia. W życiu codzienny łatwo również pomylić przez nieuwagę bieguny i stanąć wobec problemu: dlaczego urządzenie nie działa?

Ponieważ zadanie ma bardzo wyraźny kontekst praktyczny, wydawałoby się, że wybranie prawidłowej odpowiedzi spośród czterech proponowanych rozwiązań nie powinno przysporzyć uczniom większych trudności. Zadanie wykorzystano w dwóch kolejnych cyklach Laboratorium Myślenia i w obu przypadkach uzyskano podobne rezultaty. Prawidłowo rozwiązało je 46% badanych osób w pierwszym cyklu i 48% – w drugim. Ponadto istnieje wyraźna korelacja pomiędzy wynikiem uzyskanym przez ucznia w całym teście a prawdopodobieństwem udzielenia przez niego poprawnej odpowiedzi w tym zadaniu. Poprawną odpowiedź najczęściej wybierali uczniowie uzyskujący najwyższe wyniki z całości.

Uczniowie uzyskujący najniższe wyniki w teście preferowali jako wyjaśnienie zjawiska odpowiedź B lub C. Jeśli chodzi o odpowiedź B, to była ona sprzeczna z podaną wyraźnie informacją, iż żarówka świeciła przy pojedynczym podłączeniu każdego z ogniw. Z treści zadania wynikało, że żarówka świeciła jednakowo słabo zarówno wtedy, gdy Tomek zasilał ją z jednego ogniwa, jak i z trzech, połączonych jak na rysunku. Ta informacja pełniła rolę ważnej wskazówki: skoro ogniwa były identyczne, to jedno z nich

musiało być odwrotnie podłączone i w efekcie wypadkowe napięcie wynosiło tyle samo, co napięcie dawane przez pojedyncze ogniwo.

Osoby wybierające odpowiedź C przeoczyły z kolei fakt, że świecenie żarówki wynika z faktu nagrzewania się drutu wolframowego na skutek przepływu prądu. Wobec tego nie ma znaczenia, który koniec tego drutu podłączymy przewodami do dodatniego, a który – do ujemnego bieguna baterii. Niezależnie od tego, jak podłączymy żarówkę, będzie ona świecić dokładnie tak samo. Zmieni się jedynie kierunek przepływu elektronów przez drut wolframowy, co w najmniejszym stopniu nie wpływa na intensywność świecenia żarówki.

Warto tu zauważyć, że masowo już dostępne latarki wyposażone w diodę LED nie mają takiej cechy – kierunek przepływu prądu jest w nich istotny. Być może fakt ten miał jakiś wpływ na decyzję uczniów co do wyboru odpowiedzi. Wprawdzie rysunek nie pozostawia żadnej wątpliwości, że zadanie dotyczy żarówki z żarnikiem, niemniej część osób mogła bądź to nie zauważyć informacji podanej w formie graficznej, bądź to uznać ją za mało istotną.

Ciekawe rezultaty uzyskano dla odpowiedzi D, która okazała się drugą pod względem popularności wśród uczniów biorących udział w badaniu (21% w pierwszym i 19% w drugim cyklu). Odpowiedź ta była wybierana równie często przez uczniów ze wszystkich grup. Możliwe, że zarówno wśród uczniów osiągających lepsze wyniki, jak i wśród słabszych, istnieje dosyć podobny odsetek osób, które nie znają podstawowych reguł łączenia źródeł napięcia (które zresztą nie są wprost zapisane w podstawie programowej, choć trudno nie uznać tego typu latarki za „prosty obwód elektryczny"). W przypadku wykorzystania tego zadania do pracy na lekcji, warto, aby nauczyciel pokrótce omówił reguły łączenia źródeł napięcia, tym bardziej, że są to zasady zrozumiałe intuicyjnie i można odwołać się do umiejętności uczniów nabytych w trakcie codziennego użytkowania urządzeń elektrycznych zasilanych z ogniw.

Czajnik elektryczny

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Marek wybrał się z rodzicami do sklepu, by kupić czajnik elektryczny. Spodobały im się dwa czajniki o tej samej pojemności, ale różnej mocy: 1500 W i 2300 W.

W dyskusji na temat wyboru czajnika padały różne argumenty.

Rozstrzygnij, które z nich są słuszne z punktu widzenia fizyki.

Stwierdzenie	**Czy jest słuszne?**
1. „Czajnik o większej mocy szybciej zagotuje tę samą ilość wody."	☐ Tak / ☐Nie
2. „W czajniku o mniejszej mocy zagotowanie litra wody będzie tańsze."	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Tak,

2. Nie.

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia

Komentarz

Zadanie dotyczy fundamentalnego w fizyce pojęcia mocy i energii. Jego kontekst, zaczerpnięty z życia codziennego, sprawia, że zadanie nie ma charakteru abstrakcyjnego, lecz opisuje sytuację, która dotyczy każdego użytkownika urządzeń elektrycznych.

Zadanie było sprawdzane w ramach badania Laboratorium Myślenia na grupie siedmiu tysięcy uczniów pierwszej klasy szkoły ponadgimnazjalnej. Poprawnie rozwiązało je 46,3% osób biorących udział w badaniu. Zadanie sprawdza rozumienie pojęcia mocy urządzenia elektrycznego w sytuacji, w której urządzenie to ma wykonać z góry zadaną pracę. W tym przypadku chodzi o zagotowanie tej samej ilości wody, a proces ten wymaga dostarczenia określonej ilości energii elektrycznej, która następnie spowoduje wzrost energii wewnętrznej wody.

Skoro w każdym z czajników chcemy zagotować dokładnie tę samą ilość wody, w obu musimy podnieść jej temperaturę od mniej więcej 20 do 100^{o}C. A więc niezależnie od tego, na który czajnik się zdecydujemy, musimy dostarczyć tę samą ilość energii. W czajniku o większej mocy znamionowej będziemy wobec tego podgrzewać wodę krócej, zgodnie z definicją pracy wykonanej przez urządzenie elektryczne:. W takim razie, kupując czajnik o mniejszej mocy, nie zaoszczędzimy na energii elektrycznej, ponieważ płacimy za wykorzystane kilowatogodziny.

Ocena poprawności pierwszego stwierdzenia okazała się łatwa – poprawną odpowiedź zaznaczyło 84,9% uczniów. Nawet w grupie uczniów osiągających najsłabsze wyniki z całości testu częściej wybierana była odpowiedź poprawna (67,7%). W grupie najlepszych uczniów odsetek prawidłowych odpowiedzi wyniósł aż 93,5%. Z kolei drugie stwierdzenie stanowiło dla uczniów zupełną zagadkę. Poprawnej odpowiedzi udzieliło 47,5% badanych osób, a rozkład prawdopodobieństwa udzielenia tej odpowiedzi był bliski rozkładowi losowemu. Druga część zadania bardzo słabo różnicuje uczniów. Uzyskane wyniki wskazują na fakt, że edukacja szkolna w pewnych aspektach nadal przegrywa ze stereotypami lub błędną intuicją.

Wydawałoby się, że skoro uczeń ma świadomość, że większa moc czajnika oznacza szybsze gotowanie, to ma również (przynajmniej intuicyjnie poprawne) wyczucie pojęcia mocy. Idąc tokiem rozumowania prowadzącym do udzielenia poprawnej odpowiedzi w wierszu 1., uczeń powinien bez wysiłku stwierdzić, że czajnik o mniejszej mocy będzie musiał dłużej pracować, aby zagotować litr wody. W tym kontekście uznanie za poprawną odpowiedź stwierdzenia, że koszt takiego dłuższego gotowania może być mniejszy, jest zaskakujące.

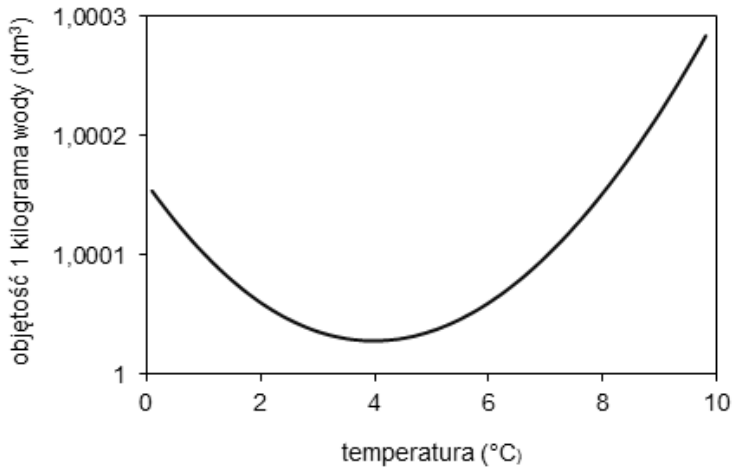
Wykorzystując zadanie do pracy na lekcji, warto podkreślić, że niezależnie od mocy czajnika, energia potrzebna do zagotowania litra wody jest taka sama. Nawet jeśli uwzględnimy straty energii, to niewątpliwie będą one większe przy powolnym grzaniu niż przy szybkim, co prowadzi do odrzucenia stwierdzenia mówiącego o oszczędności kosztów poprzez gotowanie wody w czajniku o małej mocy. Należy również zwrócić uwagę na to, że opisana w zadaniu sytuacja nie jest tożsama z sytuacją, gdy mamy porównać koszty eksploatacji dwóch żarówek, przykładowo o mocy 20 W i 100 W. W tym przypadku używanie żarówki o mniejszej mocy rzeczywiście prowadzi do oszczędności energii.

Nauczyciel powinien mieć świadomość, że zautomatyzowane myślenie na poziomie skojarzeń stanowi w przypadku drugiego stwierdzenia silną konkurencję dla rozumowania analitycznego. Jest to bardzo niepokojące, ponieważ budzi obawy co do umiejętności pogłębionego spojrzenia uczniów na otaczającą ich rzeczywistość. Nawet wśród uczniów, którzy najlepiej poradzili sobie z rozwiązaniem całego testu, obserwujemy wyraźny problem z przeprowadzeniem odpowiedniego rozumowania, które bazowałoby na wykorzystaniu związku między mocą i energią, prowadząc do poprawnego wyniku. W przypadku tego zadania bardzo silnie wpływa na jego rozwiązywalność odruchowe kojarzenie niskiej mocy urządzenia z małym zużyciem energii, które nie jest adekwatne do opisanej w zadaniu sytuacji.

Zamarzanie jeziora

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Wykres przedstawia zależność objętości określonej masy wody od temperatury.



Uzupełnij poniższe stwierdzenia, by uzyskać poprawny opis zjawisk zachodzących w zamarzającym jeziorze.

(1) Mniejszą objętość zajmuje kilogram wody

☐A. o temperaturze 0° C

☐B. o temperaturze 4° C.

(2) Mniejszą gęstość ma woda

☐A. o temperaturze 0° C.

☐B. o temperaturze 4° C.

(3) Woda o temperaturze 0° C gromadzi się i zamarza

☐A. na dnie jeziora.

☐B. przy powierzchni jeziora.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

(1) B

(2) A

(3) B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność wyciągania wniosków na podstawie informacji odczytanych z wykresu oraz własnej wiedzy. W tym przypadku uczeń dysponuje wykresem zależności objętości wody (przy jej ustalonej masie) od temperatury.

Zadanie nie wymaga żadnych obliczeń, nie wymaga również szacowania jakiejkolwiek wielkości fizycznej. Jedyna wiedza konieczna do jego rozwiązania to znajomość pojęcia gęstości oraz jej związku z objętością i masą badanej substancji. Wydawać by się więc mogło, że uczniowie nie powinni mieć problemów z jego rozwiązaniem.

Tymczasem wyniki uzyskane przez uczniów w pilotażowym badaniu tego zadania pokazują jasno, że trudności sprawia uczniom nawet odczytanie prostej informacji z wykresu: jedynie 64% uczniów odpowiedziało poprawnie na pytanie pierwsze. Jest to dosyć zaskakujące, ponieważ wykres nie jest skomplikowany i łatwo odczytać z niego prawidłową odpowiedź.

Jeśli chodzi o pytanie drugie, to tutaj sytuacja przedstawia się jeszcze gorzej: uczniowie wybierali poprawną odpowiedź rzadziej niż wówczas, gdyby dokonywali wyboru w sposób losowy (jedynie 44% poprawnych odpowiedzi). Świadczy to o tym, że część uczniów, którzy poprawnie odpowiedzieli na poprzednie pytanie, nie potrafiła wyciągnąć wniosków na temat gęstości wody w określonej temperaturze, pomimo iż z wykresu można było odczytać informację na temat jej objętości.

Najmniej problemów sprawiło pytanie trzecie, na które odpowiedziało poprawnie aż 84% uczniów. Wyraźnie słabsze wyniki dwóch poprzednich pytań sugerują, że pomocna okazała się tu wiedza potoczna wynikająca z obserwacji procesów zachodzących w przyrodzie, a nie analiza zjawiska na podstawie podanego wykresu. Poprawnych odpowiedzi na wszystkie trzy pytania udzieliło 29% uczniów, co nie jest wynikiem imponującym, biorąc pod uwagę przewidywany przez autorów stopień trudności zadania.

Słowa kluczowe

gęstość | krzepnięcie | rozszerzalność temperaturowa

Energia piłki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Marta zanurzyła pod wodę lekką piłeczkę i puściła ją. Piłka wypłynęła na powierzchnię.

Wybierz właściwe dokończenie zdania.

Gdy piłka poruszała się w wodzie, przyspieszając,

☐A. rosła zarówno jej energia kinetyczna, jak i potencjalna.

☐B. rosła jej energia kinetyczna, a malała potencjalna.

☐C. malała jej energia kinetyczna, a rosła potencjalna.

☐D. malała zarówno jej energia kinetyczna, jak i potencjalna.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.1. Energia. Uczeń wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy

Komentarz

Zadanie sprawdza rozumienie pojęcia energii mechanicznej na przykładzie sytuacji, w której mamy do czynienia z kilkoma formami tej energii. Wydaje się, że jest to zadanie bardzo proste, które nie powinno sprawić uczniom żadnych problemów. Jednak wyniki badania pilotażowego pokazały, że poprawnie rozwiązało je zaledwie 29% badanych osób.

Istnieje uzasadniona obawa, że podstawowy problem, na jaki napotykają uczniowie w tym zadaniu, bierze się ze zbyt schematycznego nauczania szkolnego. Bardzo często uczniowie na podstawie kilku typowych zadań z podręcznika dochodzą do wniosku, że w każdej sytuacji, w której rośnie energia kinetyczna jakiegoś ciała, automatycznie maleje jego energia potencjalna (i na odwrót). Prowadzi to do uczenia się tego typu formułek na pamięć, a następnie bezkrytycznego ich powtarzania, niezależnie od kontekstu sytuacyjnego.

W przypadku tego zadania ofiarami błędnych przekonań padło w sumie niemal 65% uczniów, którzy wybrali odpowiedź B lub C. Nieco ponad 37% badanej populacji odpowiedziało, że rosła energia

kinetyczna piłki, a malała potencjalna (odpowiedź B). Odwrotną sytuację (energia kinetyczna malała, a rosła energia potencjalna – odpowiedź C), wybrało nieco ponad 28% badanych osób.

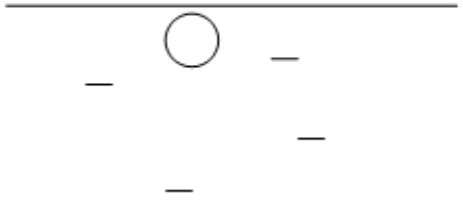
Wyniki te są bardzo ciekawe, ponieważ pokazują, jak mocno pewne przekonania są zakorzenione w naszej świadomości, pomimo ewidentnych dowodów, że jest inaczej, niż myślimy. Skoro piłka poruszała się do góry, do tego przyspieszając, to musiała rosnąć zarówno jej energia potencjalna, jak i energia kinetyczna. Aby dojść do tego wniosku, uczeń nie potrzebował żadnej zaawansowanej wiedzy. Wystarczająca była znajomość pojęcia energii kinetycznej i potencjalnej oraz umiejętność przeczytania treści zadania ze zrozumieniem. Najprawdopodobniej uczniowie nie zauważali też, że w opisanym przypadku piłkę pchała do góry siła wyporu, w efekcie czego piłeczka nie wykorzystywała zgromadzonej energii mechanicznej.

Wyskakująca piłeczka

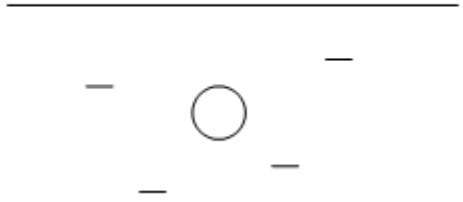
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Marta zanurzyła piłeczkę pod powierzchnię wody (Rys. I). Gdy ją puściła, piłka wyskoczyła do góry.

Rys. I



Rys. II



Wybierz odpowiednie fragmenty, by otrzymać zdanie prawdziwe wraz z jego uzasadnieniem.

(1) Gdyby zanurzyła piłkę głębiej (Rys. II), to

☐A. piłka wyskoczyłaby wyżej,

☐B. piłka wyskoczyłaby na tę samą wysokość co poprzednio,

☐C. piłka wyskoczyłaby na mniejszą wysokość niż poprzednio,

(2) ponieważ

☐A. działałaby na nią siła wyporu o tej samej wartości.

☐B. działałaby na nią większa siła wyporu.

☐C. siła wyporu działałaby na nią dłużej.

☐D. działałaby na nią mniejsza siła wyporu.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

(1) A

(2) C

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
3.8. Właściwości materii. Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie

Komentarz

Celem zadania było sprawdzenie umiejętności przewidywania wyniku eksperymentu i wyjaśniania jego przebiegu. Eksperyment polegał na zanurzeniu w wodzie piłeczki na dwie różne głębokości i zbadaniu, czy w obu przypadkach siła wyporu wyrzuci je na jednakową wysokość. Zadanie wydaje się o tyle banalne, że nawet małe dzieci wykonują spontanicznie tego typu „doświadczenia" w trakcie zabawy nad wodą lub kąpieli w wannie.

O ile uczniowie nie mieli większych trudności ze znalezieniem prawidłowej odpowiedzi na pytanie pierwsze (73% wskazało właściwą opcję), o tyle wskazanie wyjaśnienia tego zjawiska przysporzyło im niemało kłopotów.

W przypadku drugiego pytania aż 51% uczniów uznało, że przy zanurzeniu piłki głębiej, będzie działać na nią większa siła wyporu (odpowiedź B) i dlatego piłka wyskoczy wyżej. Wydaje się, że taka błędna, choć intuicyjna interpretacja zjawiska, odwołująca się do prostego wnioskowania: większa prędkość → większa siła, była bardzo atrakcyjna dla uczniów. Jednak z rysunków łatwo wywnioskować, że siła wyporu w obu przypadkach będzie taka sama, ponieważ piłeczka jest całkowicie zanurzona w wodzie, a głębokość zanurzenia nie ma wpływu na wartość tej siły.

Prawdopodobnie sugerując się tym ostatnim faktem, mniej liczna grupa uczniów (21% biorących udział w badaniu) wybierała odpowiedź A na to pytanie. Były to głównie osoby, które na pytanie pierwsze udzieliły odpowiedzi B. Ta część uczniów zapewne doszła do błędnego wniosku, iż głębokość zanurzenia piłki nie będzie miała żadnego wpływu na przebieg doświadczenia ze względu na identyczną wartość siły wyporu.

Poprawna odpowiedź C znalazła się dopiero na trzecim miejscu pod względem popularności wśród uczniów (zaledwie 12% wybrało tę opcję). Aby zdecydować się na tę odpowiedź, należało wcześniej przeanalizować wszystkie możliwości i wykluczyć odpowiedzi nie wyjaśniające zjawiska oraz odpowiedź B, która co prawda pozwalałaby na uzasadnienie tego, że piłka wyskoczy wyżej, jednak nie jest zgodna z prawami fizyki. Wyniki zadania wskazują na to, że uczniowie bez głębszego zastanowienia wybierali odpowiedź, która wydawała im się prawidłowa. Całość zadania poprawnie rozwiązało zaledwie 10% uczniów.

Lokomotywa

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Julian Tuwim w wierszu „Lokomotywa” twierdził, że

„ ... choćby przyszło tysiąc atletów

I każdy zjadłby tysiąc kotletów,

I każdy nie wiem jak się natężał,

To nie udźwigną - taki to ciężar!”

Pewnie nie udźwigną pociągu, ale przecież nie chodzi o to, by pociąg podnieść, lecz raczej o to, by ruszyć go z miejsca. W roku 1974 Belg John Massis dał radę własnymi siłami pociągnąć dwa wagony kolei nowojorskiej o łącznej masie około 80 ton.

W tabelce zebrano stwierdzenia na temat wyczynu belgijskiego atlety. Wskaż wśród nich prawdziwe i fałszywe.

	Stwierdzenia	**Prawda czy fałsz?**
1.	Nie jest możliwe, by człowiek poruszył z miejsca coś, co waży więcej od niego.	☐ Prawda / ☐ Fałsz
2.	Siła oporów ruchu działająca na wagony musiała być znacznie mniejsza od ich ciężaru.	☐ Prawda / ☐ Fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 - Fałsz

2 - Prawda

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.3. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych
1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Komentarz

Zadanie sprawdza, czy uczeń potrafi rozpoznać siły działające na poruszające się ciało i przewidzieć ich wpływ na ruch tego ciała. W przypadku tego zadania uczeń powinien dokładnie przeanalizować sytuację opisaną w treści i zrozumieć ją, aby wskazać prawidłowe odpowiedzi. Nie wystarczy tu sama znajomość

treści zasad dynamiki Newtona, bez powiązania ich z kontekstem praktycznym i osadzenia w realiach otaczającego nas świata.

Całość zadania poprawnie rozwiązało 69% uczniów, przy czym łatwiejsze okazało się pytanie pierwsze – być może dlatego, że w życiu codziennym spotykamy się z sytuacjami, gdy człowiek musi poruszyć z miejsca przedmiot cięższy od niego samego. Przykładem takiej sytuacji może być przesuwanie mebli lub pchanie samochodu. Prawidłowo odpowiedziało na to pytanie aż 87% uczniów.

Nieco więcej problemów sprawiło uczniom kolejne pytanie – tutaj poprawnej odpowiedzi udzieliło 74% badanej populacji. Udzielenie poprawnej odpowiedzi na to pytanie wymagało tylko krytycznego spojrzenia na możliwości fizyczne atlety. Żaden człowiek nie jest w stanie podnieść ciężaru 80 ton, ale dzięki kołom opory ruchu są wielokrotnie mniejsze od ciężaru wagonów. W przeciwnym razie pokaz siły atlety nie mógłby się skończyć sukcesem.

Szklanka i termos

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Nauczyciel zadał Pawłowi następującą pracę domową: „Sprawdź doświadczalnie prawdziwość hipotezy mówiącej, że herbata w termosie stygnie wolniej niż w szklance”.

Paweł wykonał następujący eksperyment:

1. Zaparzył herbatę w szklance i zmierzył jej temperaturę. Zapisał ją jako $T_0 = 90°C$.

2. Zostawił szklankę na 30 minut i ponownie zmierzył temperaturę. Zapisał ją jako $T_{30} = 50°C$.

3. Przelał herbatę do termosu i po kolejnych 30 min. zmierzył temperaturę. Zapisał ją jako $T_{60} = 40ºC$.

Określ, które ze stwierdzeń w tabeli jest prawdziwe w odniesieniu do doświadczenia Pawła i wskaż odpowiednie uzasadnienie.

Stwierdzenie	**Uzasadnienie**
☐A. Wynik doświadczenia potwierdza hipotezę.	☐ I) $T_0 > T_{30}$
☐B. Wynik doświadczenia przeczy hipotezie.	☐ II) $T_0 - T_{30} > T_{30} - T_{60}$
☐C. Doświadczenie nie pozwala ocenić prawdziwości hipotezy.	☐ III) $T_0 = T_{30} + T_{60}$

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C, I.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań standaryzowanych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych.

Zadanie dotyczy tych samych zagadnień co w zadaniu 28 i 29. Uczeń, rozwiązując to zadanie, powinien rozumieć, co prezentują symbole poszczególnych temperatur przedstawione w tabeli. Dlatego dokładne przeczytanie treści zadania było bardzo istotne. Następnie związki między temperaturami przedstawione w tabeli uczeń powinien odnieść do rzeczywistych warunków opisanych w doświadczeniu i w ten sposób powinien ocenić, czy hipotezę przedstawioną w zadaniu można uzasadnić opisanym doświadczeniem. Po przeczytaniu kolejnych czynności składających się na eksperyment, uczeń powinien zauważyć, że przeprowadzenie takiego doświadczenia nie pozwala ocenić, czy postawiona hipoteza jest prawidłowa. Zadanie wypadło bardzo słabo, tylko około 5% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi.

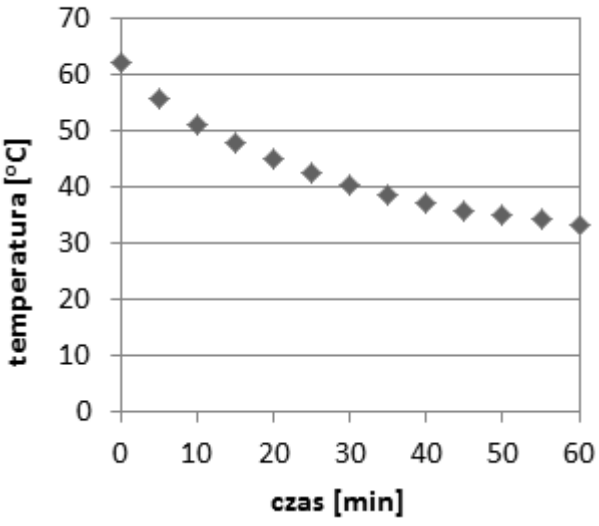
Słowa kluczowe

doświadczenie | hipoteza | temperatura

Stygnięcie wody

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Paweł napełnił szklankę gorącą wodą, ustawił ją na stole w pokoju i przez godzinę co 5 minut mierzył temperaturę wody. Wyniki przedstawił w tabeli oraz na wykresie.



czas [min]	temp [°C]
0	62,2
5	55,8

10	51,3
15	47,9
20	45,1
25	42,6
30	40,4
35	38,8
40	37,1
45	35,8
50	34,9
55	34,3
60	33,2

Zadanie 1

Określ, które stwierdzenia są poprawnymi wnioskami wyciągniętymi na podstawie wyników Pawła.

	Stwierdzenie	**prawda / fałsz**
A	Temperatura wody spadała w stałym tempie około 0,5°C na minutę.	☐prawda / ☐fałsz
B	Temperatura powietrza w pokoju Pawła nie przekraczała 33,2°C.	☐prawda / ☐fałsz
C	Im niższa była różnica temperatur pomiędzy wodą a powietrzem, tym wolniej stygła woda.	☐prawda / ☐fałsz

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A – *fałsz*, B – *prawda*, C – *prawda*.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

2.8. Energia. Uczeń wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej
8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

Komentarz

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań standaryzowanych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych, które było rozwiązywane przez uczniów III klas gimnazjum.

Zadanie dotyczy wymiany ciepła stygnącej wody z otoczeniem – powietrzem. Tabela i wykres przedstawiają, jak zmienia się temperatura wody wraz z upływem czasu. Aby rozwiązać to zadanie, uczeń powinien wyciągnąć następujące wnioski:

- temperatura wody maleje, ale nieliniowo, co oznacza, że w równych odstępach czasu temperatura wody nie zmniejsza się o jednakową wartość,

- temperatura wody maleje szybciej, gdy większa jest różnica temperatur między wodą, a otaczającym ją powietrzem, co oznacza, że różnice temperatur w poszczególnych przedziałach czasu są różne,
- skoro woda po 60 minutach osiągnęła temperaturę 33,2°C, to temperatura w pokoju Pawła nie mogła być wyższa,

Do rozwiązania tego zadania uczeń powinien posłużyć się tabelą oraz wykresem i właściwie odczytać oraz zinterpretować przedstawione informacje.

Odsetek uczniów, którzy prawidłowo rozwiązali to zadanie jest bardzo niski – zaledwie 30%. Stwierdzenie pierwsze prawidłowo oceniło 28,1% uczniów, stwierdzenie drugie – 52,2%, stwierdzenie trzecie - 65,4%. Jak widać, tylko niewielka liczba uczniów prawidłowo oceniła pierwsze stwierdzenie, co może wynikać z faktu, iż wielu uczniów nie rozumie, co to znaczy, że temperatura wody spadała w stałym tempie około 0,5°C na minutę. Gdyby to zdanie było prawdziwe, to woda po 60 minutach miałaby temperaturę 30°C, a tabela i wykres wskazują na zupełnie inną wartość. Błędne wybory w drugim zdaniu mogły być spowodowane tym, iż uczniowie źle zinterpretowali przedstawioną w tabeli informację odnośnie do temperatury wody po 60 minutach lub w ogóle jej nie zauważyli. Stwierdzenie uczniów, że trzecie zdanie jest fałszywe, mogło wynikać z tego, że uczniowie musieli wywnioskować, jak zmiana różnicy temperatur wpływa na szybkość stygnięcia wody. Takie wnioskowanie nie jest dla uczniów proste.

Słowa kluczowe

tabela | temperatura | wykres | wymiana ciepła

Zadanie 2

Paweł postanowił sprawdzić, czy w turystycznym kubku termoizolacyjnym woda – zgodnie z zapewnieniami producenta – będzie stygła wolniej niż w szklance. Zastanawia się, w jaki sposób zaprojektować odpowiednie doświadczenie. Na razie ma trzy pomysły.

Dla każdego z pomysłów Pawła określ, czy eksperyment jest zaplanowany prawidłowo.

	Pomysł na eksperyment	**Zaplanowany**
A	Wlać gorącą wodę do kubka i mierzyć temperaturę przez pół godziny co 5 minut. Następnie przelać ją do szklanki i mierzyć temperaturę przez kolejne pół godziny co 5 minut.	☐prawidłowo ☐nieprawidłowo
B	Wlać gorącą wodę do kubka, poczekać aż jej temperatura spadnie do 60°C, odczekać pół godziny i zmierzyć temperaturę. To samo powtórzyć ze szklanką, używając takiej samej ilości wody.	☐prawidłowo ☐nieprawidłowo
C	Nalać gorącej wody do pełna do kubka i mierzyć temperaturę przez godzinę co 5 minut. Następnie nalać nową porcję gorącej wody do pełna do szklanki i mierzyć temperaturę przez godzinę co 5 minut.	☐prawidłowo ☐nieprawidłowo

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A – *nieprawidłowo*, B – *prawidłowo*, C – *nieprawidłowo*.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań standaryzowanych przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych.

Zadanie związane jest z procesem wymiany ciepła oraz zaplanowaniem eksperymentu, który wykaże, czy gorąca woda w kubku termoizolacyjnym będzie stygła wolniej niż w szklance.

Uczeń musiał ocenić prawidłowość trzech propozycji przeprowadzenia doświadczeń. Pierwsza wersja eksperymentu jest ewidentnie nieprawidłowa, ponieważ początkowa temperatura wody w kubku i w szklance byłaby różna. Wiadomo, że w miarę upływu czasu woda stygnie coraz wolniej. Pierwszą wersję eksperymentu odrzuciło tylko 35,1% uczniów. Oceniając pierwszy sposób doświadczenia jako prawidłowy, uczeń mógł nie zauważyć, że gorąca woda na początku w kubku nie będzie tak samo gorąca po przelaniu jej po pewnym czasie do szklanki. Zatem nie będzie można określić, co stygnie szybciej – czy woda w kubku, czy w szklance.

Druga propozycja doświadczenia jest właściwa. Początkowa temperatura wody zarówno w szklance, jak i kubku jest taka sama oraz taka sama jest ilość wody w obu naczyniach. Mierzymy temperaturę końcową po takim samym czasie. Taką wersję doświadczenia wybrało 50% uczniów.

Trzeci pomysł Pawła, podobnie jak pierwszy jest nieprawidłowy. O ile pomiar temperatury wody w obu naczyniach odbywa się w takich samych odstępach czasu, o tyle ilość wody w obu naczyniach nie musiałaby być taka sama. Wiemy przecież, że im więcej wody, tym proces przekazywania ciepła będzie zachodził wolniej. To, że oba naczynia były wypełnione wodą do pełna, nie oznacza, że naczynia miały taką samą pojemność. Pomysł ten wykluczył całkiem duży odsetek uczniów, bo aż 67,1%. Uczniowie wybierający trzecie doświadczenie jako prawidłowe, mogli ponadto nie zauważyć, że gorąca woda w kubku i szklance w każdym z naczyń mogła mieć inną temperaturę.

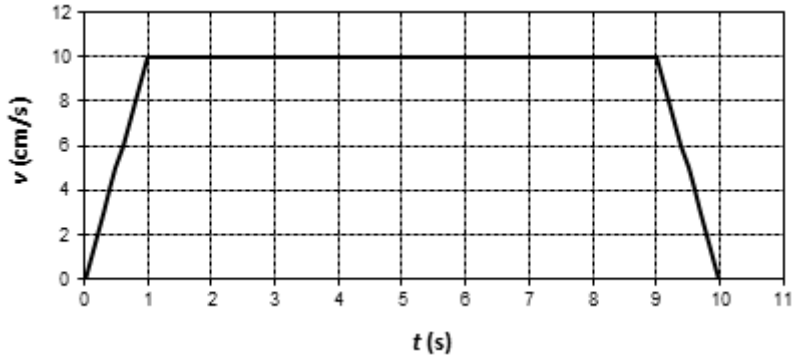
Słowa kluczowe

tabela | temperatura | wykres | wymiana ciepła

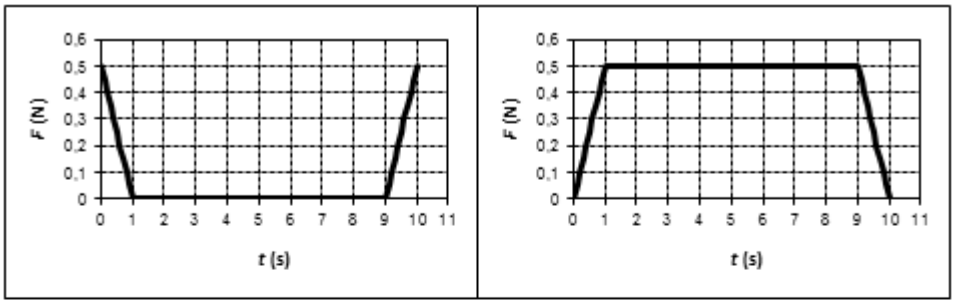
Ruch klocka - wykresy

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Michał przy pomocy siłomierza ciągnął drewniany klocek po poziomej powierzchni stołu. Gdy ruch klocka był jednostajny, siłomierz wskazywał 0,5 N. Na wykresie Michał przedstawił zależność prędkości klocka od czasu ruchu.

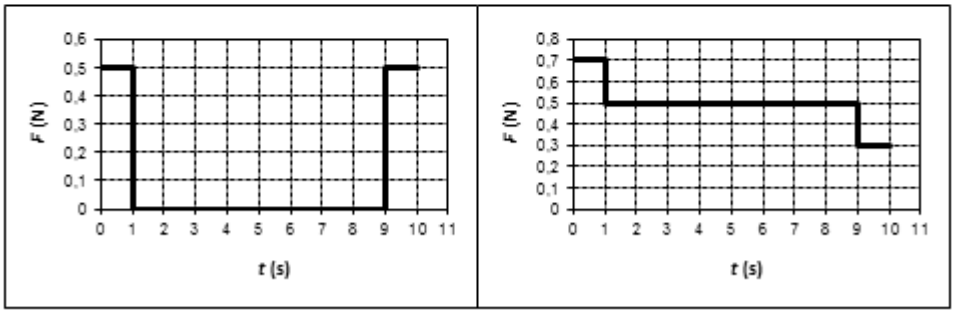


Który z poniższych wykresów może przedstawiać zależność wartości siły, którą Michał ciągnął klocek, od czasu ruchu?



□ **A**

□ **B**



□ **C**

□ **D**

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D.

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.2. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odczytuje prędkość i przebytą odległość z wykresów zależności

drogi i prędkości od czasu, oraz rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego
1.7. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona
8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań pilotażowych Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych, które było rozwiązywane przez uczniów III klas gimnazjum.

Zadanie łączy ze sobą dwa bardzo ważne działy fizyki – kinematykę z dynamiką. Aby rozwiązać zadanie, uczeń powinien:

- posłużyć się występującą w treści zadania informacją, że podczas ruchu jednostajnego klocka siłomierz wskazywał 0,5 N (II etap ruchu),
- rozpoznać z wykresu zależności wartości prędkości od czasu poszczególne rodzaje ruchów klocka w trzech przedziałach czasu,
- przypomnieć sobie, że z drugiej zasady dynamiki Newtona wynika, że klocek porusza się ruchem jednostajnie zmiennym (I i III etap ruchu), gdy działa na niego stała, niezrównoważona siła wypadkowa (siła, której wartość podczas ruchu klocka nie zmienia się).

Zatem, po pierwsze, skoro podczas II etapu ruch klocka był jednostajny i siłomierz wskazywał wartość 0,5 N, proponowane odpowiedzi A i C należy odrzucić, bo wskazują one wartość siły 0 N. Po drugie, proponowana odpowiedź B pokazuje, że podczas I i III etapu ruchu klocka działa siła, której wartość zmienia się podczas trwania ruchu jednostajnie zmiennego, co przeczy drugiej zasadzie dynamiki Newtona – odpowiedź tę należy więc odrzucić. Wynika stąd, że poprawną odpowiedzią jest odpowiedź D – podczas ruchu jednostajnego klocka (II etap) siła, zgodnie z treścią zadania, ma wartość 0,5 N oraz podczas ruchu jednostajnie zmiennego klocka (I i III etap) siła ma stałą wartość.

Wydawać by się mogło, że zadanie to nie powinno sprawić problemu, zwłaszcza że podczas nauki bardzo dużo czasu poświęca się na kinematykę i dynamikę. Podczas pilotażu wypadło ono jednak bardzo słabo – zaledwie 9% uczniów udzieliło poprawnej odpowiedzi. 18% uczniów nie udzieliło żadnej odpowiedzi, być może zniechęcając się dużą liczbą „skomplikowanych'' wykresów. Większość uczniów oceniła to zadanie jako niezbyt czasochłonne i średnio trudne, czemu jednak nie odpowiadają wyniki.

Słowa kluczowe czas | ruch | ruch jednostajny | siła | wykres

Masło i olej

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia". Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia" dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Nauczyciel poprosił uczniów o zaplanowanie doświadczenia, które pozwoli określić, co ma większą gęstość: masło w kostce czy olej roślinny.

Określ, który z opisów doświadczenia jest poprawny.

	Opis doświadczenia	**Czy jest poprawny?**
1.	Wrzucić kawałek masła do szklanki z olejem i obserwować, czy masło unosi się na powierzchni, czy opada na dno.	☐ Tak / ☐Nie
2.	Ustawić na szalkach wagi dwie takie same miski. Do jednej włożyć kostkę (200 g) masła, a do drugiej wlać 200 ml oleju i obserwować, w którą stronę przechyli się waga.	☐ Tak / ☐Nie
3.	Zważyć 200 ml oleju i wyznaczyć objętość kostki (200 g) masła.	☐ Tak / ☐Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

TAK, NIE, TAK

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Zadanie obejmuje takie treści podstawy programowej, jak: gęstość substancji, wyznaczanie gęstości ciał, pływanie ciał. Zapewne podczas omawiania sposobów doświadczalnego wyznaczenia gęstości różnych ciał uczeń zetknął się na lekcji ze sposobami wskazanymi w treści zadania.

Aby rozwiązać zadanie, uczeń powinien prawidłowo zaplanować kolejne etapy dwóch doświadczeń, których celem jest wyznaczenie gęstości ciała stałego o nieregularnym kształcie i wyznaczenie gęstości cieczy, a następnie powinien wyciągnąć odpowiednie wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Oczywiście przeciętny uczeń nie powinien mieć większych problemów z rozwiązaniem tego zadania, gdyż wyznaczanie gęstości różnych substancji jest zasadniczym elementem na lekcjach fizyki podczas omawiania zagadnień związanych z hydrostatyką.

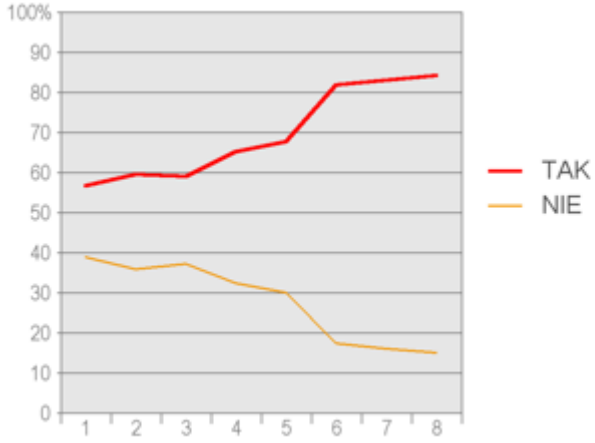
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź

Wykres pierwszy pokazuje, jak uczniowie oceniali poprawność opisu pierwszego doświadczenia. Aby stwierdzić, czy opis jest poprawny uczeń powinien przypomnieć sobie, jaki jest związek gęstości z zachowaniem się ciała zanurzonego w cieczy – zatem odpowiedni wybór odpowiedzi tego zdania opiera się w zasadzie na wiadomościach ucznia. Jeśli zestalone masło wrzucamy do płynnego oleju, to:

- masło pływa na powierzchni oleju wtedy, gdy jego gęstość jest mniejsza od gęstości oleju,
- masło pływa całkowicie zanurzone w oleju wtedy, gdy jego gęstość jest taka sama jak gęstość oleju,
- masło tonie w oleju wtedy, gdy jego gęstość jest większa od gęstości oleju.

Zatem pierwszy opis doświadczenia pozwala stwierdzić, co ma większą gęstość.

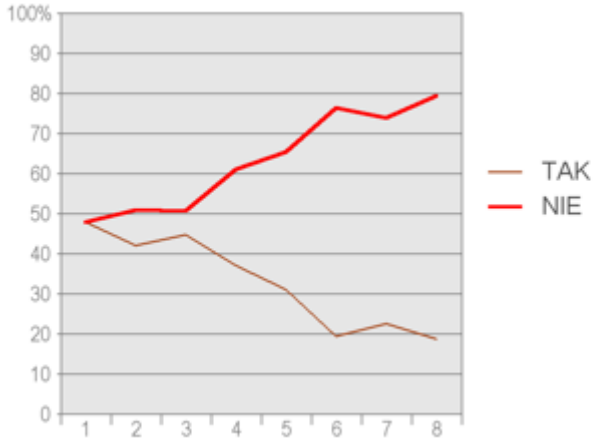


Jak widać, większość uczniów wybrała prawidłową, twierdzącą odpowiedź na pierwszy opis doświadczenia (68,4% uczniów wybrało odpowiedź „Tak''). Grupa najlepszych uczniów odpowiedziała prawidłowo na poziomie około 84%. Z powyższych wyników można wywnioskować, iż stan wiedzy uczniów na temat oceny gęstości ciał przy wykorzystaniu warunków pływania jest w miarę zadowalający.

Wykres drugi pokazuje procent prawidłowych i nieprawidłowych ocen poprawności przeprowadzenia drugiego doświadczenia.

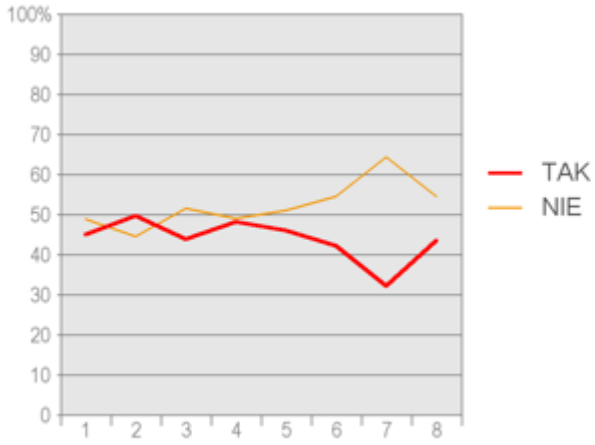
Oczywiście opis drugi nie ma żadnego związku z wyznaczeniem gęstości. Opis ten pozwala jedynie ocenić, co ma większą masę lub ciężar. Gęstość wiąże się także z objętością substancji. W przypadku oleju można oczywiście wyznaczyć gęstość następującym sposobem - wlewamy konkretną objętość oleju do miski i stawiamy na wadze; mając masę oleju – po odjęciu masy miski – oraz jego objętość, możemy na podstawie wzoru obliczyć gęstość. W przypadku masła gęstości w ten sposób nie wyznaczymy, bo nie znamy jego objętości.

Zatem opis tego doświadczenia jest niepoprawny – nie możemy sposobem opisanym w zdaniu drugim stwierdzić, co ma większą gęstość.

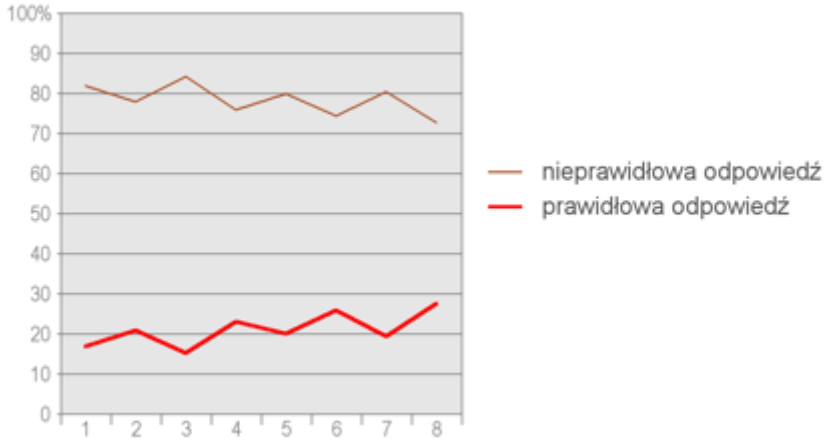


Jak widać z powyższego wykresu, opis drugi przysporzył więcej problemów niż pierwszy. 62% uczniów oceniło, że opis tego doświadczenia jest nieprawidłowy. Niezadowalający jest wynik grupy najlepszych uczniów – około 80% prawidłowych odpowiedzi. Widać także, że różnice w odsetku prawidłowych odpowiedzi są niewielkie dla uczniów z szóstej, siódmej i ósmej grupy. Uczniowie najsłabsi prawidłowo odpowiedzieli na granicy 48%. Uczniowie wybierający prawidłowość tego opisu być może rozumowali w ten sposób, że ciało o większej masie ma w swoim składzie więcej cząsteczek gęsto ułożonych, a zatem ma większą gęstość. Dlatego stwierdzili, że za pomocą samej wagi można wyznaczyć gęstość zarówno w przypadku masła, jak i oleju.

Poniższy wykres przedstawia wybory oceny poprawności opisu trzeciego doświadczenia, które są zbliżone zarówno w grupie uczniów najsłabszych, jak i najlepszych. W tym przypadku uczniowie stwierdzając, że ten sposób wyznaczenia gęstości jest nieprawidłowy, mogli zasugerować się tym, iż nie da się przecież ani zważyć samego oleju, ani wyznaczyć objętości masła, bo masło mogło mieć nieregularny kształt i nie byłoby wtedy możliwe zmierzenie odpowiednich boków kawałka masła. W związku z tym, skoro nie ma podanej masy w przypadku oleju i objętości w przypadku masła, to ze wzoru na gęstość wynika, że tą metodą jej nie wyznaczymy.



Ostatni wykres przedstawia zbiorcze wyniki odpowiedzi na całe zadanie. Jak się okazuje, zadanie wypadło bardzo słabo w grupie najlepszych uczniów, a jeszcze słabiej w grupie uczniów słabszych.



Jak widać, wykres wskazuje na to, że brak jest zależności między wynikami a poszczególnymi grupami uczniów. Jednakże odsetek prawidłowych odpowiedzi uczniów z poszczególnych grup jest zbliżony. W głównej mierze na wynik całościowy zadania wpłynął trzeci opis doświadczenia, który miał bardzo małą moc różnicującą.

Należy stwierdzić, że zazwyczaj uczniowie mają trudności z rozumowaniem w zadaniach doświadczalnych. Może jest to skutek tego, że zbyt małą wagę przywiązuje się na lekcji do eksperymentów lub do doświadczalnego wyznaczania wartości różnych wielkości fizycznych.

Słowa kluczowe gęstość | pływanie ciał | wyznaczanie gęstości

Herbata

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia". Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia" dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Na stole stoi szklanka wypełniona gorącą herbatą. Jej temperaturę mierzono co pięć minut. Część wyników pokazano w tabeli.

Czas	17.00	17.05	17.10	17.15	17.20	17.25	17.30
temperatura	70°C		52°C				28°C

Wynik 60°C mógł dać pomiar wykonany o godzinie:

☐A. 17.05

☐B. 17.15

☐C. 17.20

☐D. 17.25

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A.

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

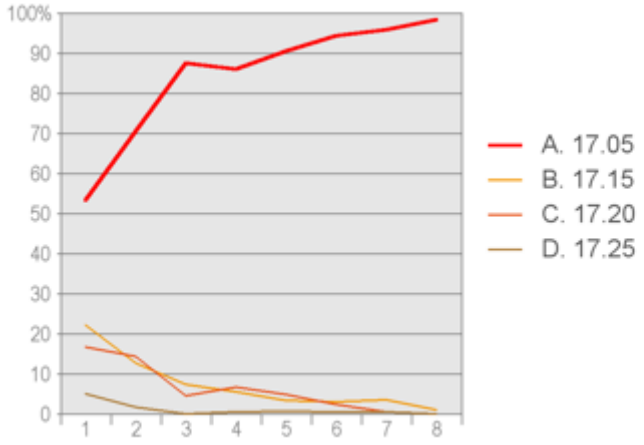
8.6. Wymagania przekrojowe. Uczeń odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Zadanie należy do zadań łatwych, gdyż do jego rozwiązania wystarczy umiejętność odczytywania i analizowania danych przedstawionych w formie tabeli. Aby je rozwiązać, uczeń powinien wiedzieć, że w miarę upływu czasu herbata zmniejsza swoją temperaturę. Patrząc na dane w tabeli, od razu widzimy, że skoro temperatura 60°C jest mniejsza od temperatury 70°C i większa od temperatury 52°C, to prawidłową godziną jest 17.05, czyli właściwa jest odpowiedź A.

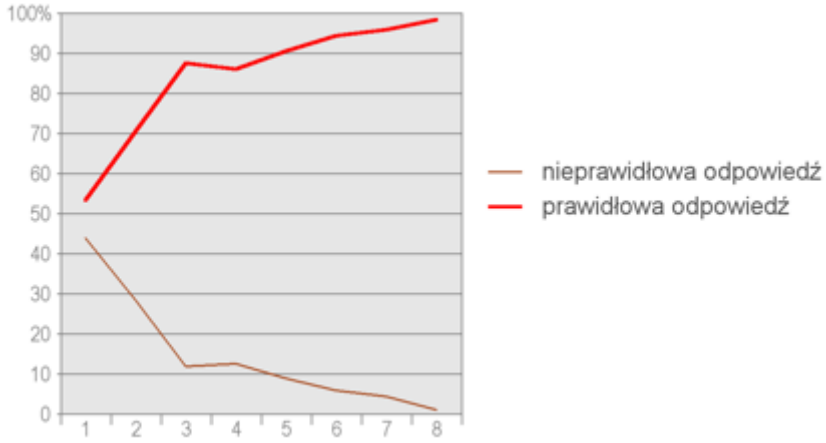
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Jak widać, rozwiązywalność zadania jest bardzo wysoka, zarówno w grupie najsłabszych (53,3%), jak też najlepszych (98,2%) uczniów. Zadanie było na tyle łatwe, że trudno było wybrać nieprawidłową odpowiedź. Zadziwiający jest więc fakt, że słabi uczniowie zaznaczali także inne proponowane odpowiedzi. Najczęściej wśród nieprawidłowych odpowiedzi wystąpiła odpowiedź B – godz. 17.15. Może to wynikać z faktu, iż uczeń zasugerował się tym, że prawie zawsze tabele występujące w podręcznikach lub zeszytach ćwiczeń przedstawiają wartości, które rosną – więc uznał, że skoro o godzinie 17.10 herbata miała temperaturę 52°C, to temperaturę 60°C herbata będzie miała o godzinie 17.15.

Poniższy wykres przedstawia procent prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi wszystkich uczniów z poszczególnych grup.



Z powyższego wykresu wynika, że odsetek prawidłowych odpowiedzi wzrastał bardzo szybko dla uczniów najsłabszych.

Podsumowując wyniki powyższego zadania, można stwierdzić, że polscy uczniowie bardzo dobrze radzą sobie z prostymi zadaniami, których rozwiązanie polega na odczytaniu danych z tabeli i na wyciągnięciu wniosków na ich podstawie.

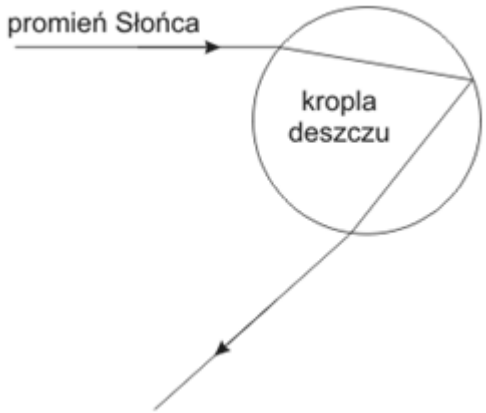
Słowa kluczowe czas | tabela | temperatura

Tęcza

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia". Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia" dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Na rysunku pokazano bieg promieni słonecznych przez kroplę deszczu (zaznaczono promień tylko jednej, wybranej barwy).



Z analizy rysunku wynika, że aby zobaczyć tęczę, obserwator musi

☐A. stać tyłem do Słońca i mieć chmurę deszczową przed sobą.

☐B. stać tyłem do Słońca i mieć chmurę deszczową za sobą.

☐C. stać przodem do Słońca i mieć chmurę deszczową przed sobą.

☐D. stać przodem do Słońca i mieć chmurę deszczową za sobą.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

7.5. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie
7.9. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu

Komentarz

Zadanie nie wymaga w zasadzie żadnych wiadomości wyniesionych z lekcji fizyki. Wystarczy umiejętne czytanie i analiza rysunku. Uczeń ze szkoły powinien jedynie wiedzieć, że musi ustawić się tak, aby promienie słoneczne wpadały do jego oka. Powinien zatem stać przodem do kropli, a co za tym idzie – tyłem do Słońca (na rysunku pokazano promień biegnący od Słońca). Niezależnie od tych rozważań można by oczekiwać, że wiedza dotycząca szczegółów obserwacji tak powszechnego zjawiska będzie równie powszechna, jak ono samo.

Zadaniem szkoły powinno być m.in. takie kształcenie różnorakich umiejętności, aby czytanie podobnych rysunków nie stanowiło żadnego problemu. Teoretycznie uczeń powinien poradzić sobie bez problemu z zadaniem nawet wówczas, jeżeli nigdy w życiu nie widział tęczy.

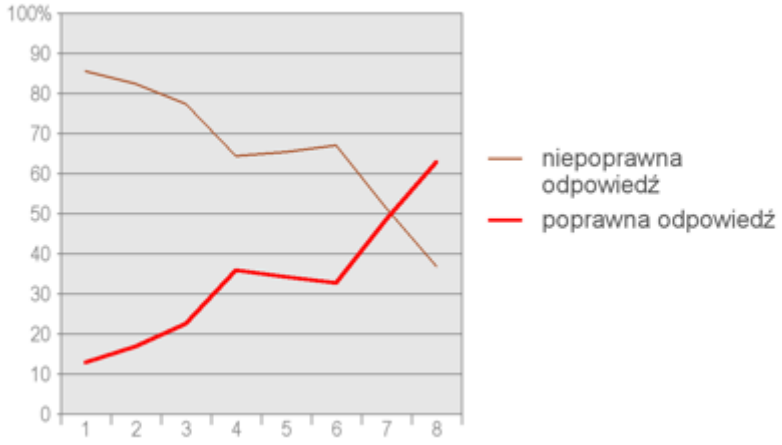
Z drugiej strony warto wykorzystać czasem nadarzającą się okazję do obserwowania różnych zjawisk na żywo, zwracając uczniom uwagę na różne aspekty zjawiska. W przypadku tęczy warto na przykład zwrócić uwagę na fakt, że o wschodzie lub zachodzie Słońca łuk tęczy jest największy, bo stanowi połowę okręgu, a cień naszej głowy – gdyby był widoczny – znalazłby się dokładnie na środku tego łuku. Warto też zapytać, czy łuk tęczy może być pełnym kołem? Sytuacje takie zdarzają się, gdy znajdujemy się znacznie powyżej płaszczyzny horyzontu (w górach, w samolocie).

Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź

Poniższy wykres przedstawia ilościowy wybór zaproponowanych odpowiedzi przez poszczególne grupy uczniów.

Następny wykres przedstawia wyniki zbiorcze według poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi poszczególnych grup uczniów.



Wyniki badania pokazują, że wyłącznie wśród najlepszych uczniów umiejętność czytania rysunków jest w miarę powszechna. Tylko w dwóch najlepszych grupach dobra odpowiedź wyraźnie przeważała – w pozostałych uczniowie dokonywali wyboru odpowiedzi niemal losowo.

Słowa kluczowe

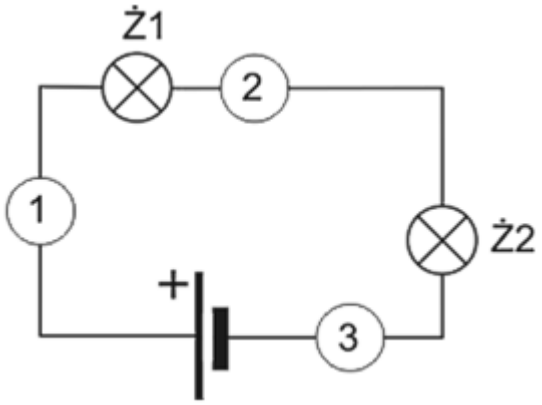
promień świetlny | rozszczepienie światła | światło | załamanie światła

Natężenie prądu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Uczniowie wykonali pomiary natężenia prądu płynącego w poniższym obwodzie w punktach 1, 2 i 3 za pomocą trzech amperomierzy.



Poniżej podano cztery zestawy wyników pomiarów. Który z nich może dotyczyć tego obwodu?

	Amperomierz nr 1	Amperomierz nr 2	Amperomierz nr 3
☐A.	1 A	2 A	3 A
☐B.	3 A	2 A	1 A
☐C.	2 A	2 A	2 A
☐D.	1 A	2 A	2 A

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

4.7. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
4.12. Elektryczność. Uczeń buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy
8.1. Wymagania przekrojowe. Uczeń opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Zadanie nie wydaje się trudne – dotyczy bowiem tak fundamentalnej wiedzy z dziedziny elektryczności, że nie powinno sprawiać kłopotu żadnemu uczniowi po kursie gimnazjalnym.

W praktyce jednak okazuje się, że wyniesiona ze szkoły wiedza nie jest w żaden sposób ugruntowana.

Jedną z kluczowych przyczyn takiego stanu jest naturalna trudność, jakiej doświadczają uczniowie, którym nagle każemy posługiwać się całkowicie abstrakcyjnymi dla nich pojęciami natężenia i napięcia. Pomimo wysiłków wielu nauczycieli jest to stan powszechny, o czym świadczą bardzo słabe wyniki, jakie uczniowie uzyskują z zadań z elektryczności na egzaminie gimnazjalnym.

Drugą przyczyną jest prawdopodobnie małe doświadczenie lub brak doświadczenia małe lub wręcz zerowe doświadczenie wielu uczniów w osobistym wykonywaniu jakichkolwiek pomiarów elektrycznych.

Uczeń, który miał kiedykolwiek na lekcji okazję podłączyć amperomierz w różnych miejscach tak prostego obwodu jak w tym zadaniu, ma pewne szanse na zrozumienie, że wynik pomiaru nie zależy od miejsca, w którym włączymy amperomierz.

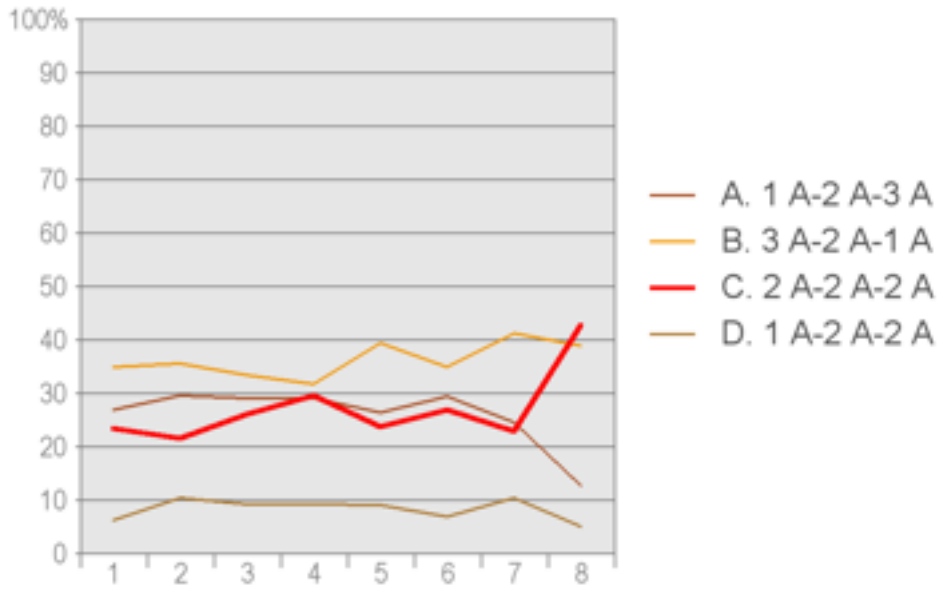
Bez takiego doświadczenia górę biorą utrwalone błędne przekonania – na przykład wielu uczniów uznaje, że prąd po przepłynięciu przez żarówkę musi się zmniejszyć, bo przecież wykonał w niej jakąś pracę.

Zadanie w tej lub innej (zmodyfikowanej) formie powinno być jednym z elementów podsumowania doświadczalnej lekcji o pomiarach dokonywanych za pomocą amperomierza. Jeżeli okaże się bowiem, że pomimo naszych wysiłków uczniowie nadal rozwiązują je źle – będzie to sygnał, że cała ich wiedza jest niezwykle powierzchowna i niepełna.

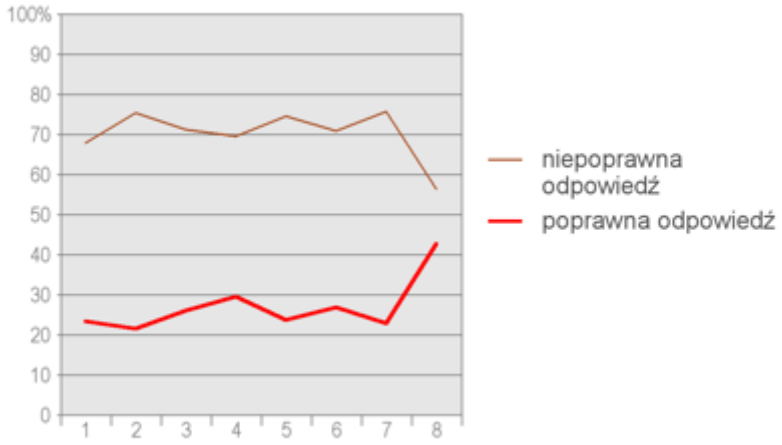
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź

Poniższy wykres przedstawia ilościowy wybór zaproponowanych odpowiedzi przez poszczególne grupy uczniów.



Następny wykres przedstawia zbiorcze wyniki zadania według poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi uczniów z poszczególnych grup.



Zadanie wypadło w badaniu bardzo słabo. Zdecydowanie największy odsetek uczniów wśród wszystkich grup, praktycznie niezależnie od ich poziomu (może z wyjątkiem najlepszej), wybierał odpowiedzi A i C. Jedynie wśród najlepszych uczniów odpowiedź poprawna zdobyła nieznaczną przewagę nad pozostałymi, nadal jednak było to poniżej 50%. Wyniki są dowodem na bardzo słabe opanowanie przez uczniów elementarnej wiedzy praktycznej z dziedziny elektryczności. Można zadać sobie pytanie: jeżeli uczniowie nie wiedzą nawet tego, to czy w ogóle coś istotnego o elektryczności wiedzą?

Słowa kluczowe

amperomierz | natężenie prądu | obwód elektryczny

Przyspieszenie

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Przyspieszenie samochodu, które przed chwilą wynosiło 3 m/s^2, spadło do wartości 1 m/s^2.

Oznacza to, że

☐A. samochód nadal się rozpędzał, ale wolniej.

☐B. samochód hamował, powoli wytracając prędkość.

☐C. samochód nadal jechał ze stałą prędkością.

☐D. samochód gwałtownie się zatrzymał.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.6. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

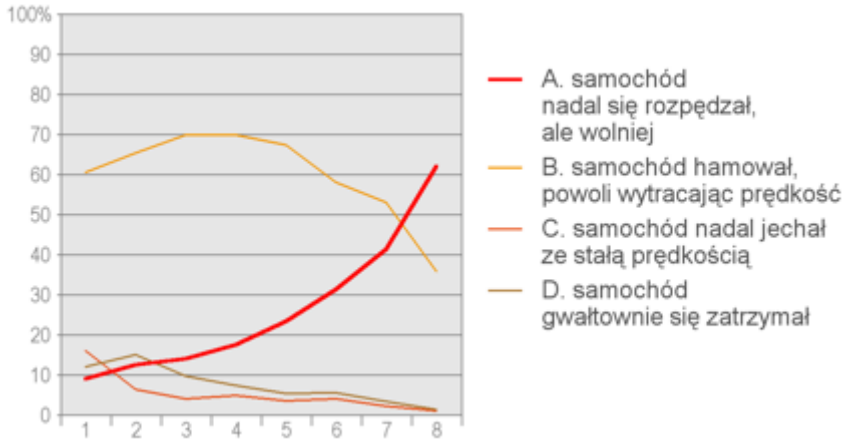
Komentarz

Zadanie polega na przedstawieniu interpretacji sytuacji na podstawie podanych informacji. Nie wiąże się to z żadnym obliczeniami – wystarczy wiedzieć, a raczej rozumieć, że mniejsze przyspieszenie, to wolniejsze rozpędzanie, wolniejszy przyrost prędkości. Pojęcie przyspieszenia jest dla uczniów znacznie trudniejsze niż pojęcie prędkości. Dlatego warto upewnić się, czy udało się utrwalić wśród uczniów właściwe jego rozumienie. Trzeba podkreślić, że samo sprawne rozwiązywanie zadań obliczeniowych – aczkolwiek cenne – nie gwarantuje jeszcze właściwego rozumienia samego pojęcia.

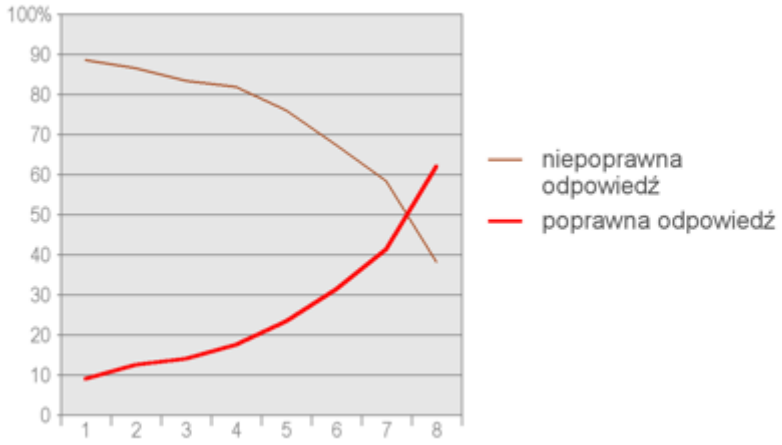
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź .

Poniżej zamieszczono wykres przedstawiający ilość poszczególnych odpowiedzi w danej grupie uczniów.



Następny wykres przedstawia wyniki zadania według ilości poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi w poszczególnych grupach uczniów.



Zadanie okazało się niełatwe. Przytłaczająca większość uczniów, nie rozumiejąc, czym jest przyspieszenie, uznała, że mniejsze przyspieszenie oznacza hamowanie i mniejszą prędkość. Jedynie wśród najlepszych uczniów poprawna odpowiedź okazała się najczęściej wybieraną, ale i tu 1/3 grupy wybrała odpowiedź B.

Słowa kluczowe

prędkość | przyspieszenie

Tabela i wykres

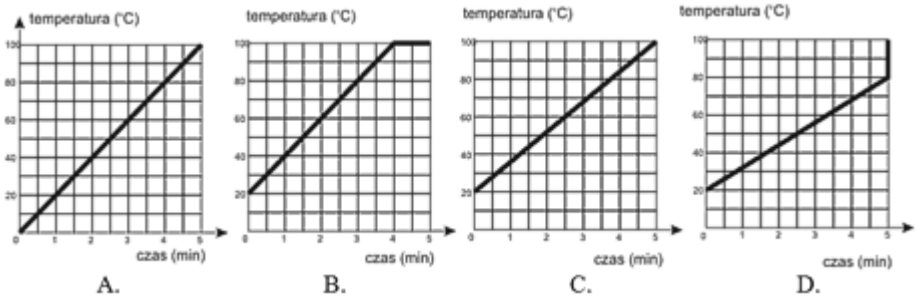
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Jacek nalał wodę do czajnika elektrycznego. Wewnątrz umieścił też czujnik termometru elektronicznego. Po włączeniu czajnika odczytywał co pół minuty temperaturę wody. Wyniki zapisał w tabeli:

Czas (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Temperatura (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100

Który z podanych poniżej wykresów jest zgodny z danymi z tabeli?



Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

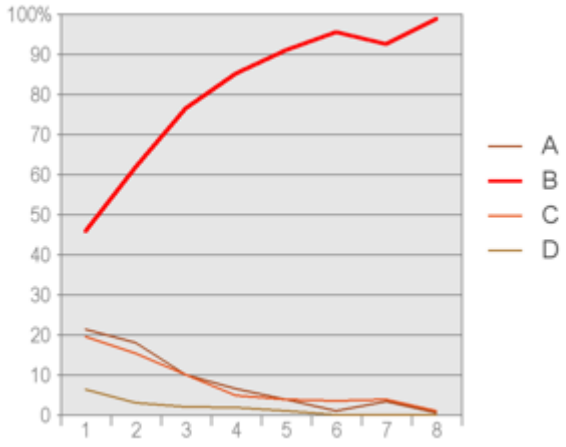
Komentarz

Zadanie ma na celu sprawdzenie umiejętności powiązania danych odczytanych z tabeli i z wykresu. Do jego rozwiązania wystarczy wyłącznie porównanie samych danych. W szkolnej praktyce rzadko mamy do czynienia z tak prostymi zadaniami. Tymczasem ich łatwość – oczywista dla przeciętnych i lepszych uczniów – wcale nie jest taka dla słabszych.

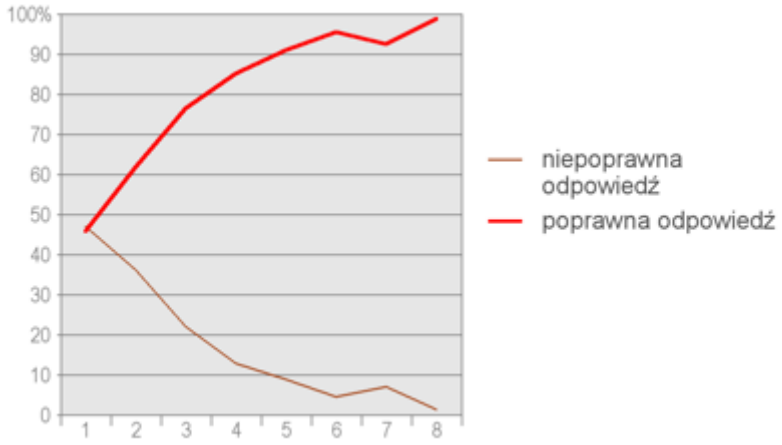
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników z testu z fizyki na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź.

Poniżej zamieszczono wykres przedstawiający ilość wybranych odpowiedzi A, B, C, D przez poszczególne grupy uczniów.



Następny wykres przedstawia zbiorcze wyniki zadania według ilości poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi.



Wśród najlepszych uczniów zaskoczenia nie było – zadanie rozwiązywali bezbłędnie niemal wszyscy. Jednak im słabsza grupa, tym odsetek błędów wyraźnie rósł, do poziomu blisko 50%. Jeżeli zatem nie chcemy, aby edukacja tej najsłabszej grupy ograniczała się wyłącznie do zapamiętywania faktów – trzeba stawiać jej podobnie „oczywiste” dla nas zadania do wykonania.

Słowa kluczowe czas | tabela | temperatura | wykres

Siłomierz i woda

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Dysponujemy metalową kulką zawieszoną na siłomierzu oraz naczyniem z wodą. Znamy gęstość wody i wartość przyspieszenia ziemskiego. Poniżej podano listę wielkości fizycznych. Które z nich można wyznaczyć, wykorzystując opisany układ i podane wartości?

Zaznacz w tabeli literę T (tak) przy wielkości, którą da się wyznaczyć, lub N (nie) przy wielkości, której nie da się wyznaczyć.

Wielkość do wyznaczenia	**Można ją wyznaczyć, czy nie można?**
1. Masa kuli	☐ Tak / ☐ Nie
2. Objętość kuli	☐ Tak / ☐ Nie
3. Objętość wody w naczyniu	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. **T**; 2. **T**; 3. **N**

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.3. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem gęstości
3.4. Właściwości materii. Uczeń stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych
3.8. Właściwości materii. Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu
9.3. Wymagania doświadczalne. Uczeń dokonuje pomiaru siły wyporu za pomocą siłomierza (dla ciała wykonanego z jednorodnej substancji o gęstości większej od gęstości wody)

Komentarz

Zadanie jest ściśle związane z nową podstawą programową. Zgodnie z jej zapisami uczniowie powinni umieć posługiwać się siłomierzem oraz wyznaczać za jego pomocą wartość siły wyporu. Oczywiste jest również, że taki pomiar wymaga umiejętności wyznaczenia ciężaru samego ciała w powietrzu, co stanowi pierwszy krok do wyznaczenia siły wyporu.

W tym kontekście jedyną informacją potrzebną do twierdzącej odpowiedzi na pierwsze pytanie jest elementarna znajomość związku masy z ciężarem.

Pozostałe dwa wiersze są znacznie trudniejsze. Poprawna odpowiedź w drugim wymaga przeprowadzenia następującego rozumowania:

- mogę wyznaczyć wartość siły wyporu;

- zgodnie z prawem Archimedesa jest ona równa ciężarowi wypartej cieczy;

- znając ciężar wypartej cieczy, jej gęstość oraz przyspieszenie ziemskie można obliczyć jej objętość, równą objętości kuli.

Niewątpliwie ostatni człon tego rozumowania jest najtrudniejszy. Można założyć, że takie obliczenia wykonuje wprawdzie cześć uczniów na lekcjach fizyki przy okazji pomiarów samej siły wyporu, ale raczej nie jest to powszechną praktyką.

Ostatni wiersz natomiast wymaga znajomości tylko jednego faktu: wartość siły wyporu nie zależy od rozmiarów naczynia, a więc pomiarami związanymi z zanurzaniem kuli nie da się określić objętości wody w naczyniu. Niemniej jednak nie jest to prawdopodobnie wiedza, na którą kładzie się jakikolwiek nacisk; należy liczyć raczej na prawidłowe wnioskowanie zdolniejszych uczniów.

Zadanie warto omówić w klasie przy okazji wykonywania pomiarów siły wyporu. Można wówczas zwrócić uwagę na wielkości, jakie da się wyznaczyć za pomocą takich pomiarów (oprócz podanych – także np. gęstość samej kuli), oraz te, których wyznaczyć się nie da (głębokość naczynia, objętość i masa zawartej w nim wody).

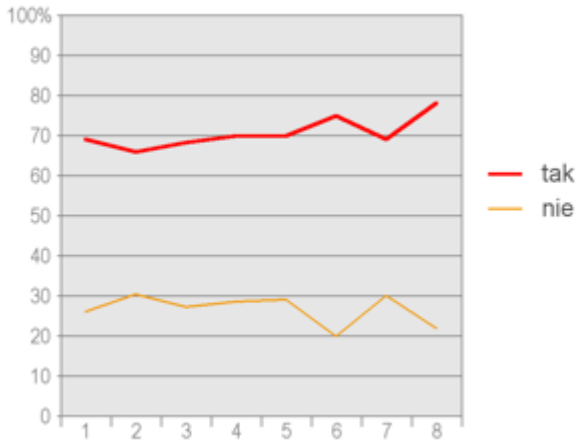
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanegona losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź.

Na kolejnych trzech wykresach pokazano wybory uczniów na każde z pytań osobno.

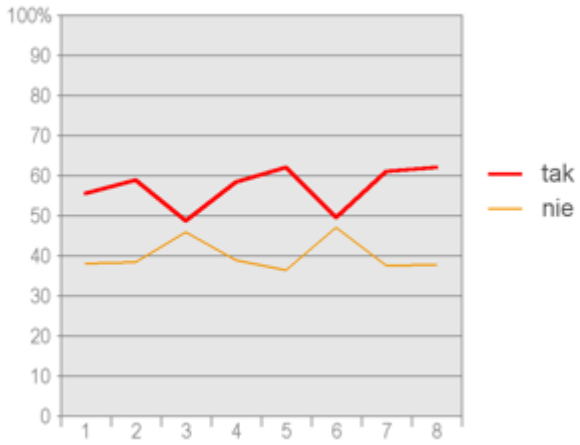
Poniżej zamieszczono wykresy przedstawiające wybory „tak, nie'' dla poszczególnych wielkości fizycznych:

1. Masa kulki:



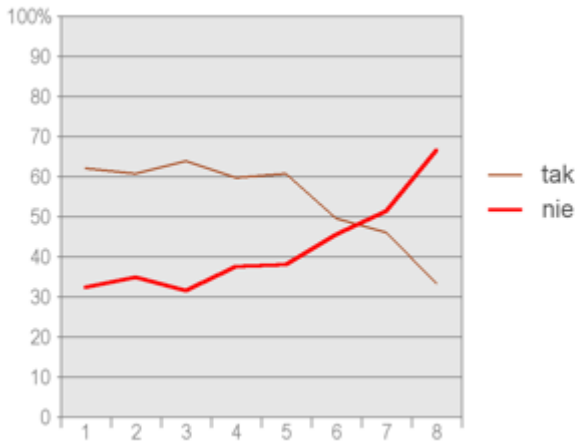
Na pierwsze pytanie twierdząco odpowiedziało 70% uczniów. Nie byłoby w tym być może nic dziwnego, gdyby nie fakt, iż – jak widać na wykresie – wynik ten nie miał praktycznie żadnego związku z ogólnym poziomem wiedzy i umiejętności ucznia. Zarówno najlepsi, jak i najsłabsi uczniowie uzyskali zbliżony wynik. O ile dla słabych jest to sukcesem, to fakt, że aż jedna czwarta najlepszych uczniów nie wie, że siłomierzem można wyznaczyć masę ciała, jest zaskakujący. Być może spowodowane jest to sposobem kształcenia – w zupełnym oderwaniu od jakichkolwiek doświadczeń, wskutek czego pewien odsetek zdolnych uczniów mógł np. nigdy w życiu nie mieć siłomierza w dłoni.

2. Objętość kulki:



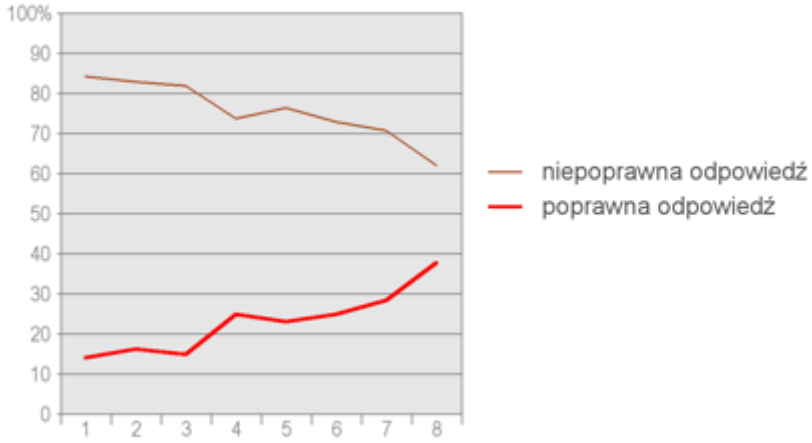
Odpowiedzi na pytanie zawarte w wierszu drugim pokazują podobny brak związku poziomu ucznia z wynikiem, przy niewielkiej przewadze poprawnej odpowiedzi.

3. Objętość wody w naczyniu:



Odpowiedzi na pytanie postawione w trzecim wierszu układają się nieco inaczej niż w pozostałych. O ile bowiem wśród słabszych uczniów zdecydowanie przeważa nieprawidłowa odpowiedź, to dokładnie 2/3 najlepszych uczniów odpowiedziało poprawnie.

Poniższy wykres przedstawia podsumowanie zadania według poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi.



Ostatni wykres pokazuje wynik całego zadania. Średnia wśród najsłabszych uczniów oscyluje w okolicy przypadkowego wyboru, wynoszącej 1/8 czyli 12,5%, natomiast najlepsi uczniowie rozwiązali zadanie na poziomie 37,6%, z czego wynika, że zadania doświadczalne nie są mocna stroną uczniów.

Słowa kluczowe

ciężar | gęstość | masa | siła wyporu

Pompa ciepła

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Pompa ciepła to urządzenie które dzięki energii elektrycznej powoduje przepływ ciepła z ciała o niższej temperaturze do ciała o wyższej temperaturze. Pompy ciepła ogrzewające domy dostarczają mniej więcej trzy razy więcej ciepła, niż pobierają energii elektrycznej. Pozostała energia pobierana jest ze źródła ciepła, którym może być np. grunt lub woda w studni.

(1) W wyniku działania pompy:

☐A. temperatura gruntu nieznacznie maleje,

☐B. temperatura gruntu nieznacznie rośnie,

(2) ponieważ

☐A. pobieranie energii z gruntu oznacza, że jego energia wewnętrzna maleje.

☐B. pobieranie energii z gruntu oznacza, że jego energia wewnętrzna rośnie.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1-A, 2-A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła

Komentarz

Pompa ciepła montowana w domowych instalacjach grzewczych składa się m.in. z układu rur zakopanych w ziemi poniżej poziomu przemarzania gruntu. Pełni ona rolę taką samą jak układ rurek wewnątrz lodówki. W obu wypadkach krążąca wewnątrz ciecz o niskiej temperaturze ogrzewa się, pobierając ciepło od otoczenia. W przypadku pompy tym otoczeniem jest grunt, w przypadku lodówki – jej wnętrze. W obu wypadkach pobieranie energii powoduje obniżenie temperatury tego otoczenia. W przypadku gruntu ten spadek jest niewielki, z uwagi na duże rozmiary obszaru, z którego może być pobierana energia.

W wyniku uruchomienia pompy ciepła temperatura gruntu w otoczeniu ułożonych w nim rur z krążącą cieczą będzie spadała, powodując pojawienie się przekazywania ciepła z dalej położonych obszarów do tych bezpośrednio stykających się z wężownicą pompy.

Jak widać, zadanie dotyczy zasady działania urządzenia nieznanego uczniom z lekcji fizyki. Przytoczony tekst wyjaśnia jednak w skrócie tę zasadę, opierając się na znanych uczniom prawach i pojęciach. Zapisane w podstawie programowej wymaganie ogólne „Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)” nakłada na szkołę obowiązek kształcenia u wychowanków umiejętności posługiwania się nabytą wiedzą w sytuacjach im nieznanych.

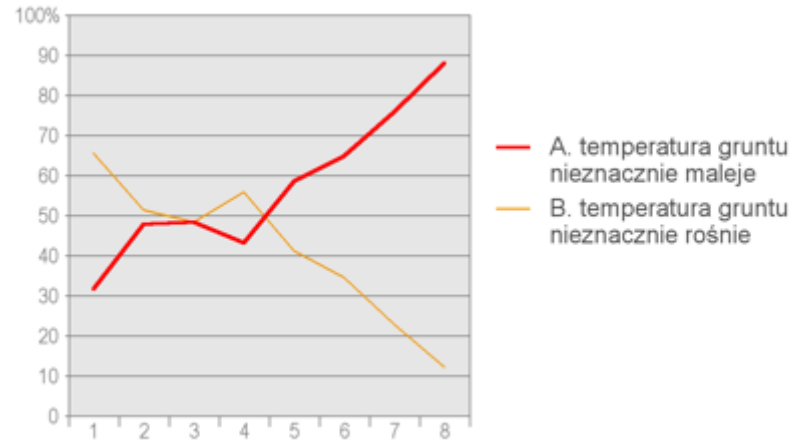
Zadanie sprawdza rozumienie pojęć poznanych na lekcjach fizyki w praktycznym kontekście. Często zdarza się bowiem, że uczniowie potrafią wyrecytować definicję danej wielkości fizycznej, zupełnie jej nie rozumiejąc.

Temperatura – pojęcie obecne w życiu codziennym uczniów – często jest niezupełnie właściwie rozumiane. Energia wewnętrzna dla odmiany jest pojęciem mało znanym, pojawiającym się prawie wyłącznie w szkole. Tymczasem kluczem do rozumienia zjawisk cieplnych (ogrzewanie domów, działanie lodówki, klimatyzacji, pompy ciepła) jest właśnie dobre rozumienie wzajemnych relacji pomiędzy ciepłem, pracą, energią wewnętrzną i temperaturą.

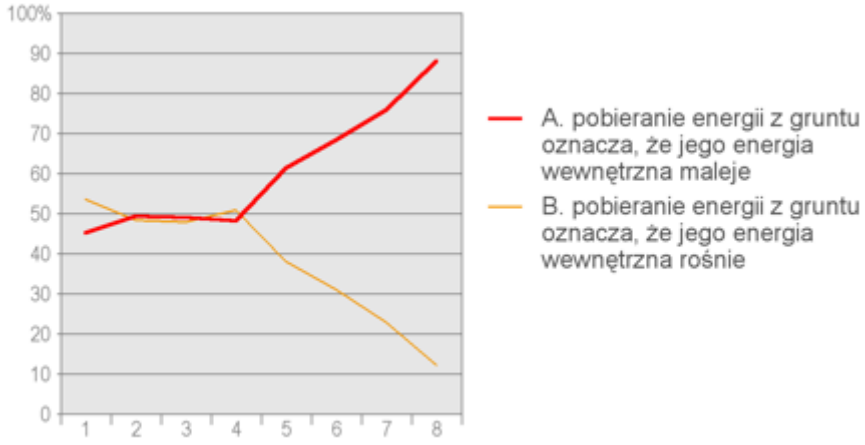
Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź

Poniżej zamieszczono wykres przedstawiający procentowy wybór poszczególnych odpowiedzi przez uczniów do pierwszej części zadania.



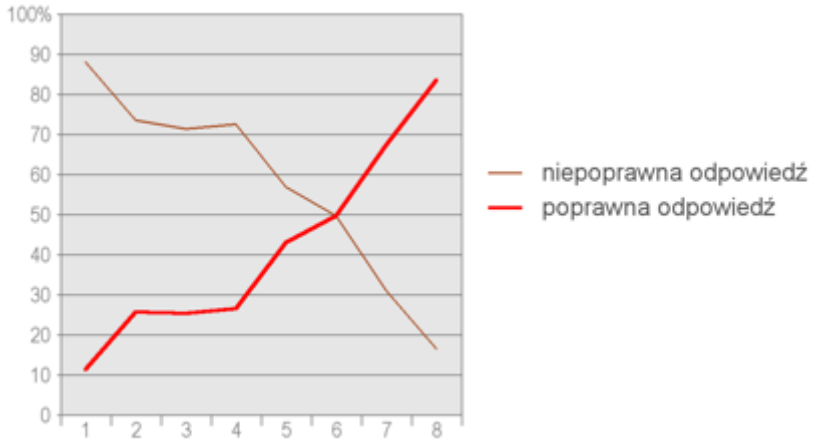
Nastepny wykres przedstawia procentowy wybór poszczególnych odpowiedzi przez uczniów do drugiej części zadania.



Jak widać, dla mniej więcej połowy badanej populacji zadanie było zupełnie poza możliwością rozwiązania– wyniki wyborów w obu wierszach świadczą o zupełniej ich przypadkowości. Jedynym

wyraźnym odstępstwem od tej reguły są wyniki wyboru odpowiedzi na pytanie 19.1.wśród najsłabszych uczniów. Widać w nich lekką przewagę niepoprawnej odpowiedzi – być może spowodowanej prostym skojarzeniem: „pompa ma być urządzeniem grzewczym, no to grzeje”. Wszystko jedno co.

Nieco optymizmu wnoszą za to wyniki, jakie uzyskała druga połowa populacji. Widać w nich wyraźny postęp, wraz ze wzrostem ogólnego poziomu wykształcenia uczniów. Wśród najlepszych uczniów odpowiedzi poprawne dominują już w sposób jednoznaczny.



Powyższy wykres potwierdza teorię o przypadkowym wyborze obu wierszy wśród grup 2, 3 i 4, złym wyborze pierwszego wiersza wśród grupy 1 oraz o stosunkowo dobrych wynikach wśród najlepszych grup.

Zadanie pokazuje, że istotny, choć niezadowalający odsetek uczniów potrafi skutecznie wykorzystywać szkolną wiedzę w interpretacji tekstów dotyczących sytuacji praktycznych.

Słowa kluczowe

ciepło | energia wewnętrzna | praca | temperatura

Tonące drewno

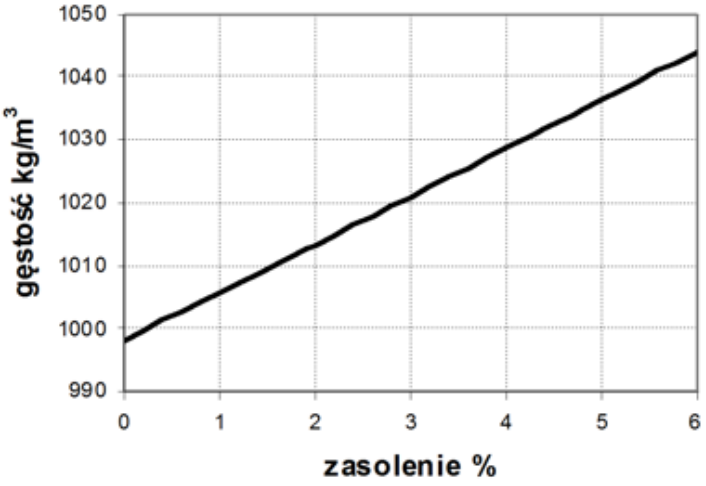
Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Praca domowa

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Drewno uważane jest za materiał tak lekki, że zawsze unosi się na wodzie. Tymczasem niektóre gatunki drewna mają tak dużą gęstość – zwłaszcza, gdy nie są do końca wysuszone – że mogą tonąć.

Do wody zaczerpniętej z Adriatyku wrzucono trzy kawałki drewna: dębowego o gęstości 1025 kg/m^3, drewna z eukaliptusa – o gęstości 1035 kg/m^3 oraz hebanu o gęstości 1100 kg/m^3. Okazało się, że tylko kawałek drewna dębowego unosił się na powierzchni, pozostałe zaś utonęły.

Poniższy wykres przedstawia zależność gęstości wody od jej zasolenia.



Korzystając z powyższych informacji, można oszacować, że zasolenie wody w Adriatyku wynosi

☐A. około 2%

☐B. około 4%

☐C. około 6%

☐D. powyżej 6%

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

3.8. Właściwości materii. Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie
3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
8.7. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu

Komentarz

Zadanie nadaje się do wykorzystania na lekcji, jak również jako zadanie domowe, które należy sprawdzić i omówić w klasie. Podane w nim informacje są prawdziwe i opisują doświadczenie znane uczniom - pływanie drewna w wodzie. Jest to jednak drewno o nietypowych – dużych gęstościach.

Zadanie nie jest łatwe – wymaga bowiem kolejno:

- odszukania potrzebnych informacji w tekście,
- odczytania z wykresu granicznych poziomów zasolenia dla gęstości poszczególnych gatunków drewna,
- ustalenia, który przedział między odnalezionymi wynikami zawiera właściwą odpowiedź.

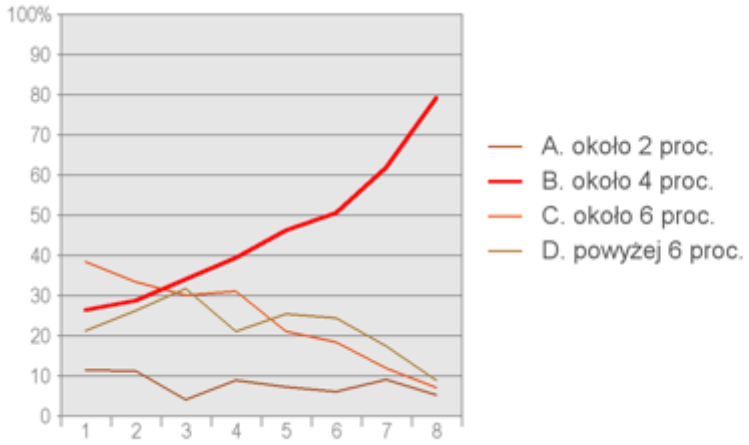
W zadaniu badano umiejętność połączenia ze sobą: wiedzy (o pływaniu ciał), informacji odczytanych z tekstu (dane o gęstości ciał) oraz danych z wykresu (odczytanie zależności).

Dodatkowym utrudnieniem był fakt, że żądano oszacowania, a nie odczytania z wykresu konkretnej wartości.

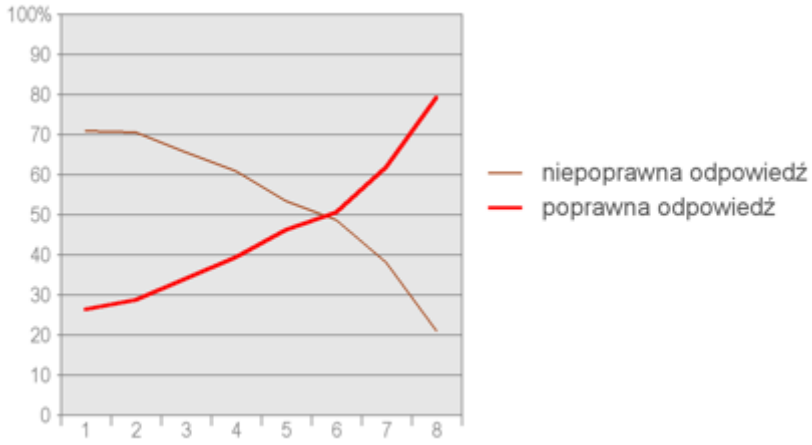
Teoretycznie uczeń z lekcji fizyki powinien wiedzieć jedynie, iż warunkiem pływania jednorodnych ciał w wodzie jest ich gęstość mniejsza od gęstości wody. Równie ważne jest jednak, aby uczeń wynosił z lekcji również np. umiejętność przeprowadzenia logicznego wnioskowania na podstawie przedstawionych mu informacji.

Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź.



Wykres poniżej przedstawia ilość poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi uczniów.



Zadanie okazało się niezwykle trudne dla uczniów słabych, natomiast stosunkowo łatwe dla dobrych. W najwyższej grupie aż 80% uczniów udzieliło poprawnej odpowiedzi, natomiast w najsłabszej wynik pozostawał na poziomie przypadkowego trafienia.

Zadanie było nietypowe, gdyż wymagało znalezienia odpowiedniego przedziału wartości zasolenia wody, a nie tylko prostego odczytania jej z wykresu.

Jak widać, lepsi uczniowie potrafią sobie radzić nawet z dość skomplikowanym procesem myślowym. Być może jakiś wpływ na to miał fakt, że w zadaniu nie wystąpiła konieczność wykorzystania wzorów, obliczeń, definicji oraz mało intuicyjnych pojęć.

W tym kontekście uzyskane wyniki napawają ostrożnym optymizmem, choć z drugiej strony oczekiwalibyśmy, że większy odsetek uczniów poradzi sobie dobrze z podobnymi zagadnieniami.

Słowa kluczowe

analiza wykresów | gęstość | pływanie | siła wyporu

Droga hamowania

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Prezentowane zadanie pochodzi z zestawu zadań badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”. Wszelkie informacje dotyczące badania „Laboratorium myślenia” dostępne są na stronie eduentuzjasci.pl.

Im większą energię kinetyczną ma samochód, tym dłuższa jest droga, na której musi działać siła tarcia, aby go zatrzymać.

Droga hamowania samochodu przy prędkości 100 km/h w porównaniu do drogi hamowania tego samego samochodu w tych samych warunkach przy prędkości 50 km/h jest

☐A. dwa razy krótsza.

☐B. taka sama.

☐C. dwa razy dłuższa.

☐D. cztery razy dłuższa.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.
2.3. Energia. Uczeń opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii

Komentarz

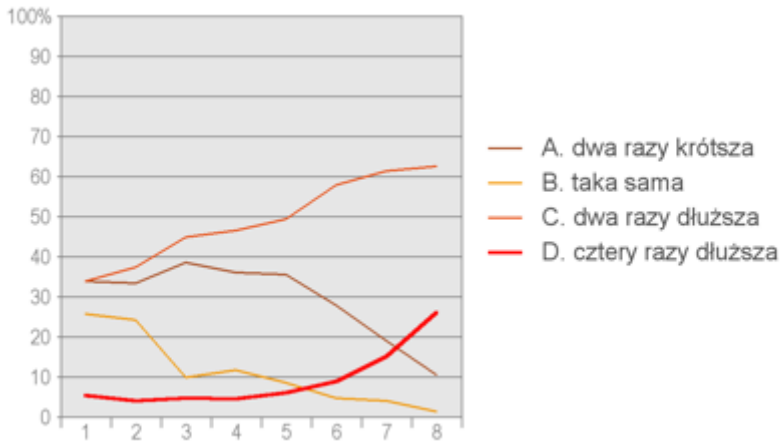
Zadanie może być wykorzystane zarówno na sprawdzianie, jak i na lekcji.

Do poprawnego rozwiązania zadania wymagana jest znajomość jednego, ale istotnego faktu, że energia kinetyczna ciała rośnie z kwadratem jego prędkości. W związku z tym energia kinetyczna samochodu przy prędkości 100 km/h jest czterokrotnie większa od jego energii przy prędkości 50 km/h. Przy tych samych warunkach zewnętrznych wydłuża to czterokrotnie drogę hamowania jeżeli oczywiście założymy, że siła hamująca ruch nie zależy od prędkości samochodu.

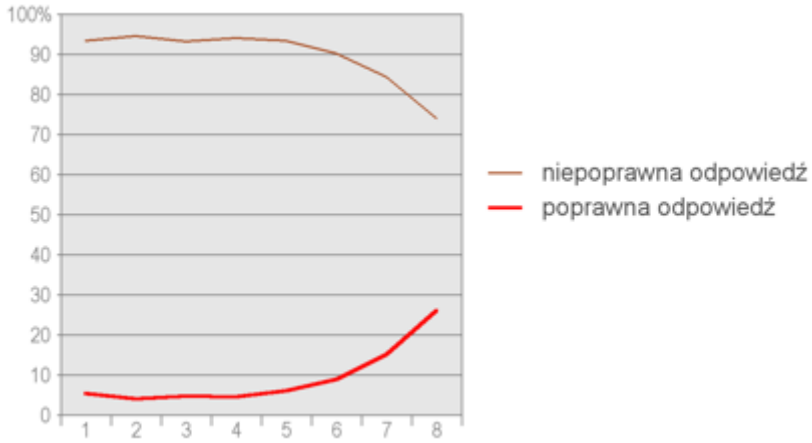
Zadanie nie wymaga żadnych skomplikowanych obliczeń – jedyne potrzebne działania można bez najmniejszego problemu wykonać w pamięci. Nie wymaga też zaawansowanych procesów myślowych.

Poniżej pokazano wyniki badania wykonanego na losowej próbie około 5000 uczniów klas I szkół ponadgimnazjalnych. Badaną populację podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najsłabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1-8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź.



Poniżej zamieszczono wykres przedstawiający ilość poprawnych i niepoprawnych odpowiedzi wszystkich uczniów.



Jak widać, zadanie poprawnie rozwiązała znikoma część uczniów – nawet wśród najlepszych zadanie miało poziom rozwiązywalności równy przypadkowemu wyborowi (1/4).

Przytłaczająca większość zarówno słabych, jak i dobrych uczniów wybrała odpowiedź, w której droga hamowania jest proporcjonalna do prędkości początkowej. Może to wynikać z faktu, iż w gimnazjalnej rzeczywistości na lekcjach fizyki uczniowie mają do czynienia prawie zawsze z proporcjonalnością prostą i rozwiązując powyższe zadanie, sugerowali się taką zależnością.

W programie nauczania fizyki w gimnazjum uczeń spotyka zależność inną niż proporcja w zasadzie tylko dwa razy. Opisują ją dwa wzory, w których pojawia się kwadrat wielkości fizycznej: zależność drogi w ruchu przyspieszonym od czasu oraz właśnie zależność energii kinetycznej od prędkości. Odpowiedzi świadczą o tym, iż uczniowie zupełnie nie znają zależności między energią kinetyczną a kwadratem prędkości – być może pamiętają jedynie, że energia kinetyczna wiąże się z prędkością.

W zadaniu występuje istotny element powiązania mechaniki z realnym światem, opisywany w wielu podręcznikach. Przyszli kierowcy powinni zdawać sobie sprawę, że dwukrotne zwiększenie prędkości wydłuża drogę hamowania aż czterokrotnie. Tymczasem, jak widać, uczniowie nie tylko nie mają takiej świadomości, ale co więcej, znaczna część z nich wybiera odpowiedź A – zupełnie wydawałoby się nieprawdziwą już na pierwszy rzut oka. Wynikający bowiem z niej wniosek – im szybciej jadę, tym krótsze będzie hamowanie – powinien w zupełności wystarczyć do jej odrzucenia.

Słowa kluczowe

droga | energia kinetyczna | prędkość

Ciepło i praca

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Najczęściej wzrost temperatury ciała wiąże się z dostarczeniem mu ciepła, tzn. z przekazaniem energii przez stykające się z nim inne ciało o wyższej temperaturze. Wzrost temperatury może też wiązać się z inną przyczyną – z wykonaniem pracy przez czynnik zewnętrzny. Wśród poniższych przykładów wskaż te, w których temperatura ciała rośnie wskutek dostarczenia im ciepła, oraz te, w których odbywa się to wskutek wykonania pracy.

Ciało	Przyczyna wzrostu temperatury
1. spirala grzejna podłączonej do prądu suszarki do włosów	☐ Dostarczenie ciepła / ☐ Wykonanie pracy
2. woda ogrzewana w czajniku elektrycznym	☐ Dostarczenie ciepła / ☐ Wykonanie pracy
3. wiertło podczas wiercenia w ścianie	☐ Dostarczenie ciepła / ☐ Wykonanie pracy
4. powietrze w pompce w czasie intensywnego pompowania piłki	☐ Dostarczenie ciepła / ☐ Wykonanie pracy

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Wykonanie pracy
2. Dostarczenie ciepła
3. Wykonanie pracy
4. Wykonanie pracy

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła
4.13. Elektryczność. Uczeń wymienia formy energii na jakie zamieniana jest energia elektryczna.

Komentarz

Zadanie podejmuje dość rzadko spotykaną tematykę związaną z I zasadą termodynamiki. Przekazywanie ciepła i wykonywanie pracy są wprawdzie pojęciami obecnymi w życiu, ale często w nieco innym znaczeniu niż w nauce. W świetle zaś nowej podstawy programowej równie ważna jak obliczanie ciepła potrzebnego do ogrzania domu jest umiejętność odróżniania od siebie procesów fizycznych zachodzących w realnym świecie.

Przekazywanie ciepła i wykonanie pracy mogą prowadzić do tego samego skutku – wzrostu temperatury ciała. Dlatego umiejętność ich odróżniania od siebie wcale nie jest dla ucznia taka łatwa. Na ogół też zjawiska zachodzące w realnym świecie są nieco bardziej skomplikowane niż w książkowych przykładach, co powoduje dodatkowe trudności w ich wyodrębnianiu.

Już w pierwszym wierszu uczeń może łatwo dokonać niewłaściwego wyboru. Spirala grzejna bowiem, choć sama jest ogrzewana pracą prądu elektrycznego, grzeje przepływające przez suszarkę powietrze poprzez przekaz ciepła. Jeżeli zatem uczniowie wybiorą tu „dostarczanie ciepła” – warto poprosić ich o uzasadnienie, dlaczego wybrali taką odpowiedź. Niezbędne jest wówczas wyjaśnienie, że sama spirala nie może być ogrzewana w ten sposób, bo nie ma w suszarce ciała o wyższej temperaturze, które dostarczałoby jej ciepła. Zapewne uczniowie zauważą wówczas, że dostarczanie ciepła dotyczy powietrza, które faktycznie ogrzewa się w ten sposób przez kontakt z rozgrzaną spiralą grzejną.

Wiersz drugi raczej nie powinien budzić wątpliwości, choć tu sytuacja może być odwrotna niż w wierszu pierwszym – część uczniów może odruchowo potraktować czajnik jako urządzenie w którym ogrzewanie odbywa się za pomocą pracy prądu elektrycznego. Trzeba więc zwrócić uwagę, że dotyczy to samej

spirali, a nie wody zawartej wewnątrz czajnika. Warto odnieść się przy tym do dyskusji w wierszu pierwszym.

Wiersz trzeci to sytuacja często opisywana w podręcznikach jako przykład przekazu energii za pomocą wykonywania pracy. Tarcie wiertła o ścianę w czasie szybkiego wirowania powoduje wykonanie sporej pracy, często znacznie zwiększającej jego temperaturę.

Ostatni wiersz dotyczy sytuacji być może najtrudniejszej dla uczniów, gdyż o ile praca polegająca na pokonaniu oporów tarcia jest im intuicyjnie znana, to ściskanie powietrza niekoniecznie kojarzy się uczniom z wykonaniem pracy, a pewnie jeszcze tym mniej ze wzrostem temperatury powietrza. Niewątpliwie osobiste doświadczenie pompowania piłki lub dętki rowerowej wydaje się bardzo pomocne, jednak dziś coraz więcej pompek wykonuje się w taki sposób, że w czasie pracy nie dotykamy bezpośrednio ich obudowy. Wzrost temperatury może wówczas pozostać niezauważony.

Zadanie można wykorzystać również podczas sprawdzianu, pozostawiając wówczas dokładne omówienie na później, po sprawdzeniu prac.

Słowa kluczowe

ciepło | energia wewnętrzna | praca

Moc żarówki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Marek znalazł w szufladzie dwie żarówki o podobnej budowie. W obu widać było włókno w kształcie małej spirali. Jedna z nich to żarówka o parametrach znamionowych 230 V i 25 W, którą można zastosować w lampce na biurku, druga to żarówka samochodowa o standardowych danych 12 V i 5 A.

1. **Podczas normalnej pracy tych żarówek żarówka samochodowa świeci**

☐a. mocniej
☐b. słabiej

2. **niż żarówka w lampce na biurku, ponieważ**

☐a. napięcie na niej jest większe.
☐b. napięcie na niej jest mniejsze.
☐c. jej moc jest większa.
☐d. jej moc jest mniejsza.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. a
2. c

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

4.7. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego
4.9. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych
4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego

Komentarz

Zadania z elektryczności zwykle są dla uczniów trudniejsze niż zadania z mechaniki czy ciepła. Nie ma bowiem wątpliwości, że przytłaczająca większość społeczeństwa nie bardzo odróżnia choćby tak zasadnicze pojęcia, jak napięcie i natężenie prądu. Choć z prądem stykamy się obecnie nieomal wszędzie, to powszechny poziom wiedzy z dziedziny elektryczności wcale z tego powodu nie staje się wyższy.

Zadanie sprawdza, czy uczniowie mają pojęcie o tym, że o jasności świecenia żarówki decyduje głównie jej moc, a nie np. napięcie.

Aby poradzić sobie z zadaniem, uczeń musi wiedzieć, że moc jest iloczynem napięcia i natężenia prądu, co pozwoli mu obliczyć, że moc żarówki samochodowej wynosi 60 W. Parametry żarówek dobrano tak, aby nie było wątpliwości co do ich jasności. Dodatkowo, zaznaczono, że są to tradycyjne żarówki z włóknem, a nie np. żarówki diodowe lub rtęciowe. Pięciokrotnie większa moc musi wiązać się z większą jasnością. Uczeń powinien też wiedzieć, że samo napięcie nie decyduje o mocy urządzenia. Żarówka zasilana z instalacji niskonapięciowej 12 V wcale nie musi być „słabsza” od tej podłączonej do domowej sieci elektrycznej 230 V.

Zadanie warto najpierw sprawdzić podczas kartkówki, a później wrócić do niego na lekcji. Planując ją, warto poprosić uczniów o przyniesienie różnych żarówek. Niezwykle ciekawe powinno być bowiem obejrzenie z bliska kilkunastu różnych żarówek, odczytanie naniesionych na nich oznaczeń i dyskusja na temat sposobu działania każdej z nich, niezbędnych warunków pracy, pobieranego ze źródła prądu oraz uzyskiwanej mocy i jasności. Na rynku znajduje się obecnie wiele żarówek różnych typów, przewidzianych zarówno na napięcie 12 V, jak i 230 V. Omawianie wyników zadania po takich zajęciach powinno być wartościowym podsumowaniem nabytej wiedzy.

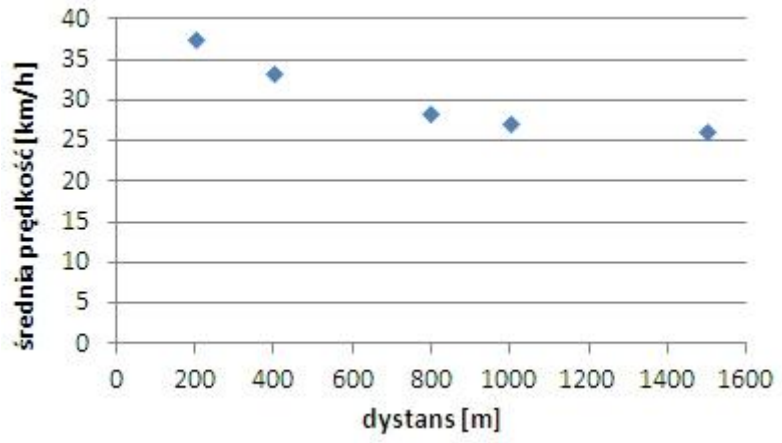
Słowa kluczowe

moc | napięcie | natężenie prądu

Biegowe rekordy świata

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Na wykresie przedstawiono dane dotyczące rekordów świata mężczyzn w biegach na dystansach od 200 m do 1500 m.



Dane za: http://en.wikipedia.org/wiki/Athletics_world_records

Którą z poniższych zależności ilustruje ten wykres?

☐ A. Im dłuższy dystans, tym więcej czasu zajmuje jego pokonanie.
☐ B. Im dłuższy dystans, tym wolniej zawodnik biegnie.
☐ C. Im wyższa prędkość zawodnika, tym szybciej pokonuje dystans.
☐ D. Im wyższa prędkość zawodnika, tym krótszy staje się dystans.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

B

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Zadanie nadaje się do wykorzystania na lekcji. Opisana w nim zależność nie jest wymyślona, ale przedstawia prawdziwe dane. Uczniowie nieraz w życiu będą mieli do czynienia z podobnymi wykresami, dotyczącymi różnych aspektów wiedzy. Tym ważniejsza jest umiejętność ich prawidłowej interpretacji.

Zadanie wydaje się na pierwszy rzut oka absolutnie banalne: wystarczy przecież odczytać opisy obu osi wykresu, aby wiedzieć, co on przedstawia. Trzeba jednak pamiętać o następujących faktach:

- czym innym dla ucznia jest sytuacja, w której osie są opisane jako x i y, a czym innym, kiedy są to konkretne wielkości fizyczne;

- opis typu „szybciej pokonuje dystans” wymaga interpretacji i w tym wypadku oznacza, że czas jest krótszy;
- do interpretacji wniosków z wykresu potrzebna jest pewna wprawa, której wielu nastolatków nie ma.

Wskutek tego zadanie, które wydaje się banalne, może sprawić uczniowi nie lada kłopot. Trudność potęguje fakt, że dystraktory zadania (z wyjątkiem ostatniego) są zdaniami prawdziwymi. Prawie wszystkie też operują opisanym na osiach wielkościami prędkości i dystansu. Jeżeli uczniowie rozwiązują to zadanie słabo, warto poświęcić mu więcej czasu i przedyskutować je na lekcji. Trzeba na początek uświadomić uczniom, że szukamy nie tyle jedynego prawdziwego zdania, ile zdania, które najlepiej opisuje zależność widoczną na wykresie. Następnie uczniowie powinni zastanowić się, jak mogą wyglądać wykresy odpowiadające zależnościom przedstawionym w dystraktorach.

- Wykres zależności A powinien mieć na pionowej osi bezpośrednio czas rekordów, a nie wyznaczoną z nich prędkość średnią. Byłaby to zależność rosnąca.
- Zdanie B opisuje zależność przedstawioną na wykresie, gdyż określenie „wolniej biegnie” oznacza mniejszą prędkość.
- Dystraktor C dotyczy wykresu opisującego jeden konkretny dystans. Na osi poziomej powinna znaleźć się prędkość, a na osi pionowej czas pokonania tego dystansu z tą prędkością. Byłaby to funkcja malejąca.
- Dystraktor D jest jedynym tu nieprawdziwym zdaniem. Dystans bowiem nie zależy od prędkości biegu. Niemniej jednak potocznie mówi się czasem: im szybciej biegniesz, tym cel wydaje się bliższy, co może zmylić niejednego ucznia.

Warto podkreślić, że w zadaniu nie chodzi o obliczenia lub szacunki. Celem zasadniczym jest umiejętność trafnego odczytania głównego przesłania, jakie niesie ze sobą przedstawiony wykres.

Można poprosić uczniów o wyszukanie w domu danych dotyczących rekordów świata na różnych dystansach, co będzie ciekawym rozwinięciem tematu. Na kolejnej lekcji można wówczas pokazać, że na pozór oczywista zależność przedstawiona w zadaniu nie jest do końca taka prosta. Okazuje się bowiem, że średnia prędkość biegaczy na dystansie 60 m oraz 100 m jest mniejsza niż na 200 m. Warto wywołać dyskusję, która – przy ewentualnej pomocy nauczyciela – powinna doprowadzić do wyjaśnienia tej rozbieżności. Przyczyną niezgodności wyników z biegów sprinterskich z tendencją opisaną wykresem w zadaniu jest bowiem start do biegu. Przy krótkich dystansach, strata związana z nim jest na tyle duża, że w znaczący sposób wpływa na średnią prędkość, jaką uzyskuje biegacz na całym dystansie. Na długich dystansach natomiast nie ma ona znaczenia. Jak widać, mamy więc dwa czynniki, które w różny sposób wpływają na średnią prędkość biegacza:

a. straty spowodowane startem, czyli koniecznością rozpędzenia się, obniżają prędkość średnią tylko przy krótkich dystansach, na długich są do pominięcia;
b. zmęczenie spowodowane biegiem również obniża prędkość średnią, ale na długich dystansach; na krótkich nie ma dużego znaczenia.

Gdyby istniał tylko czynnik pierwszy – wykres z zadania byłby funkcją rosnącą, gdyby zaś tylko drugi – byłby funkcją malejącą (jak w zadaniu). Nałożenie obu czynników na siebie powoduje, że powstaje wykres będący ich połączeniem.

Jak się okazuje, istnieje jeszcze jeden istotny aspekt wpływający na prędkość średnią biegaczy. Jest on określony przez dwie liczby: początkowy zapas energii biegacza i tempo jej pozyskiwania w czasie biegu. W podręczniku „Fizyka dla przyrodników” (Kane, Sternheim, PWN, Warszawa 1988) podano niezwykle ciekawy model matematyczny opisujący ten problem w sposób zrozumiały nawet dla gimnazjalisty. Przytoczymy tu tylko część opisanego tam rozumowania. Zgodnie z nim sportowiec-biegacz na starcie dysponuje energią w ilości około 193 kJ, natomiast tempo, w jakim potrafi pozyskiwać w trakcie biegu energię z przemian metabolicznych, wynosi około 3,3 kW. Wskutek tego sprinterzy dystans 100 m

pokonują w całości wyłącznie dzięki zgromadzonej i gotowej do wykorzystania energii, zużywając jej przy tym około 94 kJ. W porównaniu bowiem do zapasu 193 kJ energia, jaką może uzyskać sprinter w czasie 10 sekund biegu na 100 m, wynosi zaledwie 33 kJ. Na długim dystansie sytuacja się odwraca. Pokonanie dystansu 5 km wymaga energii około 2820 kJ, dlatego główną rolę gra jej pozyskiwanie w czasie biegu – początkowy zapas jest znikomo mały w porównaniu z zapotrzebowaniem.

Słowa kluczowe

analiza wykresów | prędkość średnia

Rekord Polski na 100 m

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian

Rekordzistą Polski w biegu na 100 m jest Marian Woronin. Podczas Memoriału Janusza Kusocińskiego w 1984 roku pokonał ten dystans w czasie 10,00 s.

(1) **Czy na podstawie tych danych można określić prędkość Woronina w momencie przekroczenia linii mety?**

☐ Tak / ☐ Nie,

(2) **ponieważ**

☐A. znana jest zarówno droga, jak i czas jej przebycia.

☐B. można obliczyć prędkość średnią w czasie tego biegu.

☐C. po starcie sprinter poruszał się ruchem niejednostajnym.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

Nie
C

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.5. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym

Komentarz

Zadanie może być wykorzystane zarówno podczas sprawdzianu, jak i na lekcji.

Uczniowie bez trudu określiliby zapewne prędkość średnią Woronina, zwłaszcza że nieco przypadkowo dane do takiego obliczenia – choć prawdziwe – są wyjątkowo „okrągłe” i wręcz zachęcają do wykonania takiego obliczenia. Zadanie jednak nie wymaga żadnych obliczeń. Wymaga za to chwili refleksji nad tym, jaki sens na wspomniane działanie.

Niestety, nawet dobrze kształceni uczniowie mają w wieku gimnazjalnym skłonność do bagatelizowania stawianych im zadań i odpowiadania na nie pochopnie. Nietrudno więc zgadnąć, że znaczna ich część „nabierze się” na odpowiedź „Tak, A”. Wydaje się przecież, że mamy podane wszystko, co potrzebne, aby „skorzystać ze wzoru”.

Rolą nauczyciela powinno być cierpliwe kształtowanie w uczniach swego rodzaju czujności – spokojnego rozważania postawionego zadania, nawet gdy, tak jak w tym wypadku, wydaje się banalne. Uczeń powinien bowiem zdać sobie sprawę, że bieg sprinterski rozpoczyna się startem od prędkości zerowej. Pierwsza część biegu jest więc ruchem przyspieszonym, co oznacza, że 10 m/s jest prędkością średnią Woronina, ale nie prędkością chwilową w dowolnym momencie biegu.

Zadanie ma na celu pokazanie uczniom, że fizyka nie polega wyłącznie na „podstawianiu do wzorów”, a realna wiedza to umiejętność poprawnego przełożenia znanej z życia sytuacji na język fizyki.

Słowa kluczowe

prędkość chwilowa | prędkość średnia | ruch niejednostajny

Pomiary drgań wahadła

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Opis wiązki zadań

Kasia przygotowała wahadło w postaci kulki zawieszonej na nitce, a następnie wykonała trzy pomiary.

I. Zmierzyła ciężar wahadła za pomocą siłomierza.
II. Zmierzyła amplitudę drgań wahadła za pomocą linijki
III. Zmierzła czas jednego pełnego drgania za pomocą stopera.

Które z powyższych pomiarów są niezbędne do wyznaczenia przez Anię wymienionych niżej wielkości?

Lp.	Poszukiwana wielkość	Które pomiary są niezbędne?
1.	Okres drgań	☐ I / ☐ II / ☐ III
2.	Częstotliwość drgań	☐ I / ☐ II / ☐ III

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1 – III
2 – III

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

6.2. Ruch drgający i fale. Uczeń posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu x(t) dla drgającego ciała
9.12. Wymagania doświadczalne. Uczeń wyznacza okres i częstotliwość drgań ciężarka zawieszonego na sprężynie oraz okres i częstotliwość drgań wahadła matematycznego

Komentarz

Zadanie dotyczy wprost pojęć i doświadczeń opisanych w nowej podstawie programowej do gimnazjum. Uczniowie powinni na lekcjach zarówno poznać pojęcia okres i częstotliwość, jak i wykonać pomiary służące wyznaczeniu tych wielkości. Zadanie w zasadzie jest banalne – gdyż teoretycznie wystarczy znać definicję obu wielkości. Jednak w praktyce sama definicja szybko ulatuje z głowy i uczniowi trudno jest ją sobie przypomnieć. W dużo lepszej sytuacji są ci, którzy wykonali obowiązkowe doświadczenia. Czytanie bowiem o takich pomiarach to nie to samo co ich wykonanie. Dopiero przeprowadzenie odpowiednich doświadczeń, samodzielnie lub w grupie, pozostawia stosunkowo trwałą wiedzę na ich temat.

Aby wykonać zadanie, uczeń powinien oprócz znajomości podstawowych pojęć – okresu i częstotliwości drgań – mieć za sobą doświadczenie dające i ugruntowujące wiedzę, że zarówno okres jak i częstotliwość nie zależą od masy wahadła ani od jego amplitudy.

Zadanie sprawdza rozumienie podanych pojęć bez przedstawiania definicji, ale też nie wymagania ich cytowania. Nie wymaga też stosowania żadnych wzorów i obliczeń. Wymaga za to przemyślenia, co i w jaki sposób można wyznaczyć z odpowiednich pomiarów.

Słowa kluczowe

amplituda drgań | częstotliwość drgań | okres drgań | pomiar | ruch drgający | wahadło | wyciąganie wniosków

Ciąg przyczynowo - skutkowy

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Opis wiązki zadań

Siła oporu powietrza działająca na spadające ciało jest tym większa, im większa jest prędkość tego ciała.

Uszereguj podane niżej elementy w takiej kolejności, aby poprawnie opisywały ruch spadającego w powietrzu ciała. Każdy kolejny element powinien być skutkiem poprzedniego i jednocześnie przyczyną następnego.

I. Wzrost siły oporu powietrza

II. Ruch jednostajny

III. Ruch przyspieszony

IV. Równowaga sił działających na ciało

□ → □ ↦ □ ↦ □

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

III, I, IV, II

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

1.4. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona
1.7. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona
1.12. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność dostrzegania ciągów przyczynowo-skutkowych. Wymaga znajomości podstawowej wiedzy dotyczącej zasad dynamiki Newtona oraz znajomości pojęć ruch przyspieszony i ruch jednostajny. Uczeń powinien zauważyć, że początkowy ruch przyspieszony ciała wiąże się ze wzrostem prędkości – co w połączeniu z podaną w treści zadania informacją oznacza, iż wartość siły oporu powietrza będzie stopniowo rosła. To zaś skutkuje zrównaniem w pewnej chwili siły oporu z niezmienną siłą ciężkości ciała. Następująca w wyniku tego równowaga sił prowadzi zgodnie z I zasadą dynamiki do ruchu jednostajnego.

Zadanie z pewnością nie należy do łatwych. Jednak pilotażowe badania odróżniania skutków od przyczyn wykazały, że o ile tylko tematyka zadania nie dotyczy elektryczności – uczniowie radzą sobie nienajgorzej. Zadania tego typu powinny pojawiać się zwłaszcza na lekcjach podsumowujących i powtórkowych, gdyż są dobrym sprawdzianem poziomu zrozumienia przez uczniów omówionych procesów i zależności.

Słowa kluczowe

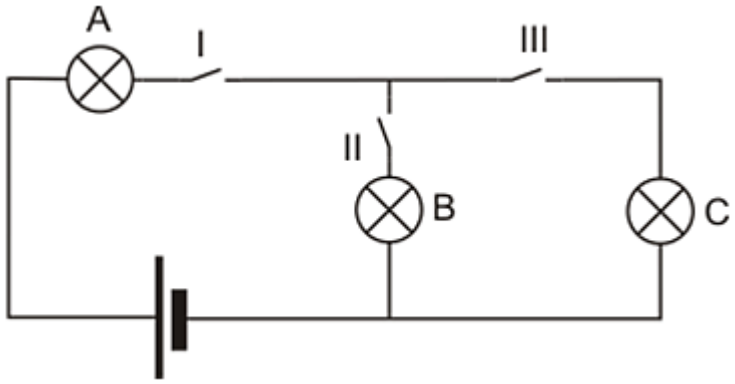
związki przyczynowo-skutkowe

Obwód elektryczny

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Opis wiązki zadań

Podczas pracy na lekcji fizyki jedna z grup skonstruowała obwód elektryczny, którego schemat pokazano na rysunku poniżej.



W poniższej tabeli podano opis trzech różnych sytuacji, dotyczących tego obwodu.

Oceń, czy opisane sytuacje są możliwe. Jeśli wybrałeś odpowiedź *Tak*, to opisz, jak muszą być ustawione wyłączniki – wpisz literę „O”, jeśli wyłącznik ma być otwarty, a literę „Z”, jeśli ma być zamknięty.

Lp.	**Sytuacja**	**Czy jest możliwa?**	**Ustawienie wyłączników (O/Z)**		
			I	**II**	**III**
1.	Żarówka C się świeci, żarówka A się nie świeci.				
2.	Żarówka C się świeci, żarówka B się nie świeci.				
3.	Świecą się równocześnie żarówki B i C.				

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. – Nie
2. – Tak, Z, O, Z
3. – Tak, Z, Z, Z

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

4.12. Elektryczność. Uczeń buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy

Komentarz

Uczniowie powinni nie tylko poznać pojęcia opisujące przepływ prądu elektrycznego, ale i budować oraz analizować proste obwody elektryczne. Jest to ważne, ponieważ elektryczność jest działem fizyki trudnym do opanowania przez uczniów. Wiąże się to z dużym stopniem abstrakcji takich pojęć, jak *napięcie* i *natężenie prądu*, *opór elektryczny*. Przy opisywaniu zjawisk związanych z elektrycznością zawodzi uczniów wszelka intuicja. Wprawdzie w praktyce szkolnej jest dość dużo zadań dotyczących obwodów elektrycznych, jednak najczęściej sprowadzają się one do obliczeń z wykorzystaniem prawa Ohma. Jednak nawet dobry uczeń sprawnie posługujący się tym prawem często nie rozumie zupełnie, co dzieje się w tak prostym obwodzie, jak pokazany w tym zadaniu. Aby go rozwiązać, uczeń musi wiedzieć, że:

1. żarówka się świeci, gdy obwód w którym się znajduje jest zamknięty;
2. połączenie szeregowe jest połączeniem zależnym, a równoległe – niezależnym (chociaż nie musi operować tymi pojęciami).

Pewnym utrudnieniem jest konieczność analizy zależności bądź niezależności działania danych elementów obwodu. Świadome wybranie odpowiedzi tak w pierwszym wierszu świadczy o niezrozumieniu działania szeregowo połączonych odbiorników energii elektrycznej. Analogicznie, świadome wybranie odpowiedzi nie w drugim lub trzecim wierszu świadczy o niezrozumieniu działania równolegle połączonych żarówek. Dużą zaletą omawianego zadania jest fakt, że duża liczba kombinacji ustawień wyłączników praktycznie uniemożliwia uzyskanie dobrej odpowiedzi przypadkowo, a z drugiej strony nie utrudnia zadania, gdyż dla ucznia świadomie wybierającego odpowiedzi tak lub nie ustawienia wyłączników są oczywiste.

Uczniowie którzy zaznajomili się z tym zagadnieniem empirycznie, są w lepszej sytuacji niż ci, którzy zapoznali się z nim wyłącznie teoretycznie. Warto zauważyć, że obwody elektryczne działają zgodnie z zasadami logiki. Doświadczenie nabyte przy ich budowie i analizie kształci przy okazji ścisłe i logiczne myślenie ucznia. Pytania: *Czy coś może się zdarzyć? Jakie warunki muszą zostać spełnione, aby się zdarzyło?* są obecne w naszym życiu niezależnie od tego, czy uważaliśmy na lekcjach fizyki, czy też nie.

Słowa kluczowe napięcie | natężenie prądu | obwód elektryczny

Sygnał z satelity

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Opis wiązki zadań

W wielu domach programy telewizyjne odbierane są dzięki antenie satelitarnej. Wzmacnia ona słaby sygnał docierający z satelity krążącego wokół Ziemi. Sygnały wysyłane przez satelitę są mikrofalami, więc ich prędkość jest równa prędkości światła i wynosi 299 792,458 km/s.

W jakiej odległości od naszej anteny znajduje się satelita, jeżeli sygnał dociera z niego w czasie jednej ósmej sekundy?

☐A. Około 375 km

☐B. Około 3750 km

☐C. Około 37,5 tys. km

☐D. Około 375 tys. km

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

C

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych

Komentarz

Zadanie ma sprawdzić umiejętność szacowania, a nie obliczania wyniku. Dane w zadaniu zostały przedstawione tak, aby celowo zniechęcać ucznia do wykonywania dokładnych obliczeń (dzielenie dziewięciocyfrowej liczby przez osiem). Z drugiej strony z zadania usunięto wszelkie przeszkody, które mogłyby zaciemnić wynik – w tym na przykład zamianę jednostek. Podane w poszczególnych dystraktorach wyniki różnią się o rząd wielkości, aby nie „łapać" ucznia na jakimkolwiek błędzie rachunkowym. Jedyną konieczną wiedzą jest znany już ze szkoły podstawowej związek prędkości, czasu i przebytej drogi. Wydawałoby się że zadanie jest w związku z tym banalne, jednak pilotaż bardzo podobnego zadania wykazał dobitnie, że wcale tak nie jest – dobrą odpowiedź wybrało zaledwie 52% uczniów.

Można domniemywać, że przyczyną tego stanu jest fakt, iż w szkolnej praktyce wartości liczbowych nie wyznacza się wcale lub też oblicza się je z pomocą kalkulatora. Bardzo często przy tym uczeń bezkrytycznie przepisuje wyświetlony wynik nawet wówczas, gdy na pierwszy rzut oka nie ma on najmniejszego sensu. Dla ucznia bowiem sam fakt, że otrzymał go w wyniku działania wykonanego na kalkulatorze jest wystarczającym argumentem, aby uznać go za w pełni poprawny.

Tymczasem wynik taki jest bardzo często „za dokładny" (w sensie nieuprawnionej liczby cyfr znaczących), a niekiedy zwyczajnie błędny z uwagi na błąd we wprowadzaniu danych. W tym drugim przypadku często można zauważyć błąd na pierwszy rzut oka, ze względu na zły rząd wielkości, co jednak w wielu przypadkach umyka uwadze ucznia, ponieważ nie potrafi on oszacować spodziewanego wyniku. Tymczasem realne życie nie raz promuje tych, którzy np. w poważnych negocjacjach potrafi ą błyskawicznie oszacować, czy opłaca się zrobić jeszcze jeden krok dalej, czy też lepiej ustąpić.

W dobie wszechobecnego liczenia za pomocą urządzeń elektronicznych umiejętność krytycznego spojrzenia na otrzymany wynik jest bezcenna – od jednego bowiem drobnego na pozór błędu w czasie wprowadzania danych może potem zależeć los niejednego przedsięwzięcia.

Słowa kluczowe

analiza tekstu | szacowanie

Gotowanie w papierowym kubku

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji

Opis wiązki zadań

Na lekcji fizyki nauczyciel ogrzewał nad płomieniem palnika papierowy kubek z wodą. Woda zaczęła wrzeć, ale papier się nie zapalił. Nauczyciel wyjaśnił, że papier ulega zapłonowi, gdy nagrzeje się do temperatury ok. 230°C. Ponieważ woda w kubku ma zawsze nie więcej niż 100°C, cały czas chłodzi papier i nie pozwala mu się zapalić. Dodał też, że papier rozgrzany do temperatury powyżej 230°C ulegnie zapłonowi nawet bez kontaktu ze źródłem ognia.

Dwoje uczniów ma wątpliwości.

I. Marek podejrzewa, że nauczyciel użył specjalnego, niepalnego rodzaju papieru.
II. Kasia uważa, że płomień jest niezbędny, aby papier się zapalił.

Nauczyciel poprosił klasę o zaplanowanie doświadczeń, których wyniki przekonają Kasię i Marka. Na następnej lekcji przeprowadzono zaproponowane przez uczniów eksperymenty. Oto ich wyniki:

A. Pusty, identyczny jak poprzednio kubek umieszczono nad płomieniem. Zapalił się.
B. Kartkę papieru przedarto na pół. Jedną część spalono nad płomieniem, a z drugiej wykonano naczynie, napełniono je wodą i umieszczono nad płomieniem − naczynie nie zapaliło się.
C. Kartkę z zeszytu umieszczono na płycie kuchenki elektrycznej nagrzanej do temperatury ok. 500°C. Papier zapalił się.
D. Papierowy kubek z wodą wstawiono do kuchenki mikrofalowej i podgrzewano, aż woda zaczęła wrzeć. Kubek nie zapalił się.

Które eksperymenty obalają hipotezę Marka, a które Kasi?

Eksperyment	**Czy jego wynik obala hipotezę**	
	Marka (I)	**Kasi (II)**
A.	☐ Tak / ☐ Nie	☐ Tak / ☐ Nie
B.	☐ Tak / ☐ Nie	☐ Tak / ☐ Nie
C.	☐ Tak / ☐ Nie	☐ Tak / ☐ Nie
D.	☐ Tak / ☐ Nie	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

A – Tak, Nie
B – Tak, Nie
C – Nie, Tak
D – Nie, Nie

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

8.2. Wymagania przekrojowe. Uczeń wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia
8.12. Wymagania przekrojowe. Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru/ mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu

Komentarz

Zadanie dotyczy trudnej i niebanalnej umiejętności stawiania i weryfikowania hipotez. Aby podołać zadaniu uczeń musi pojąć, w czym tkwi istota przedstawionego problemu, zrozumieć postawione hipotezy i wreszcie wybrać sposób ich weryfikacji. Cały proces stanowi podstawę myślenia naukowego, z którym uczniowie stykają się, niestety, często dopiero na studiach.

Oczywiście trudno oczekiwać, że każdy uczeń poradzi sobie od razu z tak postawionym problemem. Jeżeli jednak zaniedbamy kształcenie myślenia naukowego od początku szkolnej nauki – straci ona swój podstawowy sens. Choć bowiem tylko nieliczni uczniowie będą wykonywali w przyszłości badania naukowe, to prawie każdy stanie nieraz w życiu przed problemem (np. technicznym, medycznym, pedagogicznym) wymagającym postawienia hipotezy, jej weryfikacji – i wreszcie podjęcia na tej podstawie racjonalnej decyzji. Dlatego właśnie umiejętność przeprowadzenia potrzebnego tu ścisłego toku rozumowania jest znacznie cenniejsza od samej znajomości przedstawionego problemu fizycznego.

Warto podkreślić, że dopiero wybranie wszystkich prawidłowych odpowiedzi dowodzi, że uczeń radzi sobie ze sprawdzaną umiejętnością. Ważne jest to, że zadanie nie wymaga w zasadzie od ucznia żadnych specjalistycznych wiadomości. Wymaga za to znajomości zasad wnioskowania naukowego, czego w tym wieku można nauczyć jedynie cierpliwym i systematycznym ćwiczeniem przy każdej nadarzającej się okazji.

Słowa kluczowe

doświadczenie | eksperyment | hipoteza | pomiar | wyciąganie wniosków

Przyczyny i skutki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

W każdym wierszu 1–4 jeden z podanych elementów opisuje przyczynę, a drugi – możliwy skutek tej przyczyny. Zaznacz kwadrat przy każdym skutku.

1. ☐powstawanie cienia — ☐ prostoliniowe rozchodzenie się światła
2. ☐wzrost częstotliwości drgań wahadła — ☐ zmniejszenie długości wahadła
3. ☐przez elektromagnes płynie prąd elektryczny — ☐ elektromagnes przyciąga stalowe szpilki

4. ☐prędkość rozchodzenia się światła jest różna w wodzie i w powietrzu — ☐załamanie światła

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. powstawanie cienia
2. wzrost częstotliwości drgań wahadła
3. elektromagnes przyciąga stalowe szpilki
4. załamanie światła

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

5.5. Magnetyzm. Uczeń opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie
6.1. Ruch drgający i fale. Uczeń opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii w tych ruchach
7.2. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia za pomocą prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym
7.5. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie

Komentarz

Zadanie sprawdza podstawową umiejętność jaką jest odróżnianie skutków zjawisk od ich przyczyn. W zasadzie wystarczyłoby tu tzw. zdroworozsądkowe myślenie, z którego powinny wynikać poniższe „oczywistości”.

I. Pojawienie się cienia nie może „prostować” promieni światła.
II. Wzrost częstotliwości drgań nie może wydłużyć wahadła.
III. Przyciąganie szpilek nie może być przyczyną przepływu prądu.
IV. Załamanie światła nie może powodować zmiany jego prędkości.

Rozwiązanie dwóch pierwszych wierszy wydaje się być bardziej „oczywiste” dla uczniów. Trzeci i czwarty może nieco mniej, ze względu na słabszy związek z życiem codziennym. Do prawidłowej klasyfikacji do przyczyn i skutków potrzebna jest wiedza uzyskana w szkole.

Zadanie wydaje się bardzo łatwe – wręcz banalne, jednak wyniki badań przeprowadzonych przy użyciu podobnych zadań pokazują, że odróżnianie skutków od przyczyn wcale nie jest umiejętnością powszechną. Jednocześnie jest to umiejętność ważna, bez której nauka może stać się zbiorem luźno powiązanych wiadomości.

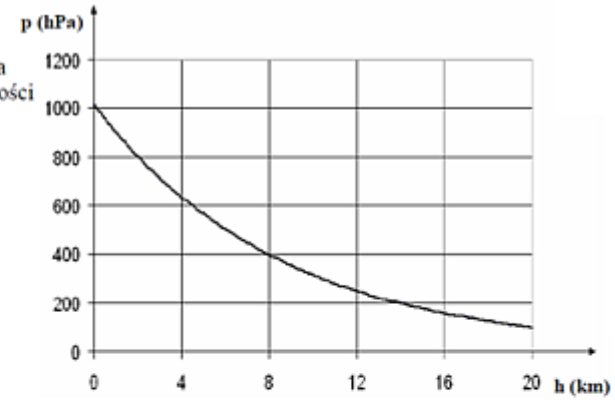
Słowa kluczowe

elektromagnes | optyka | wahadło | związki przyczynowo-skutkowe

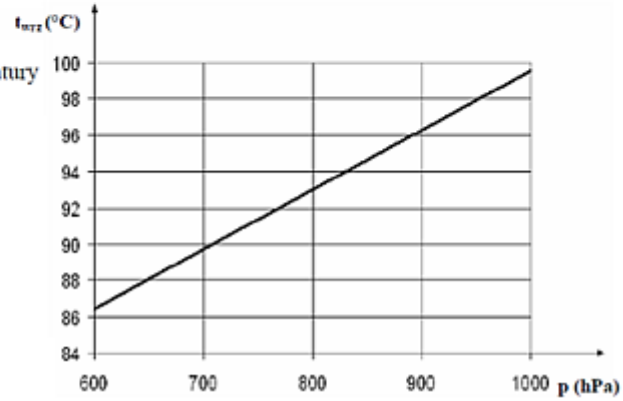
Jak zmienia się temperatura wrzenia wody wraz z wysokością?

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

I. Wykres zależności ciśnienia atmosferycznego od wysokości h nad poziomem morza



II. Wykres zależności temperatury wrzenia wody od ciśnienia atmosferycznego



Korzystając z przedstawionych powyżej wykresów uzupełnij zdania w miejscach I-III za pomocą słów *maleje* lub *rośnie*.

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza (*h*) wartość temperatury wrzenia wody (I) . . . . . , ponieważ ze wzrostem wysokości (II) . . . . . wartość ciśnienia atmosferycznego. Przy takiej zmianie ciśnienia atmosferycznego, wartość temperatury wrzenia wody (III) . . . . . .

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

I – maleje
II – maleje
III – maleje

Wymaganie ogólne

4 Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

Wymaganie szczegółowe

3.6. Właściwości materii. Uczeń posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego)
8.8. Wymagania przekrojowe. Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach) a także odczytuje dane z wykresu
8.9. Wymagania przekrojowe. Uczeń rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną

Komentarz

Zadanie sprowadza się do dwukrotnego odczytania danych z wykresu (luka II i III) oraz wyciągnięcia niebanalnego wniosku z obu tych wykresów dotyczącego zależności opisanej w luce I.

Uzupełnienie luk nr II i III powinno zatem być bardzo proste. Luka nr I powinna sprawiać dużo większy problem, choć nie można zapominać o tym, że wniosek jaki trzeba wysnuć nie jest ani odkrywczy, ani nieznany – część uczniów może go znać „na pamięć". Podobne zresztą jest w przypadku drugiej i trzeciej luki.

Oba wykresy są nieliniowe, co nie powinno mieć jednak wpływu na wynik, gdyż interesuje nas jedynie monotoniczność obu zależności.

Badania (próba wynosiła 602 uczniów) przeprowadzono na nieco prostszej wersji zadania. Ostatnie zdanie zadania brzmiało: „Jeżeli maleje ciśnienie atmosferyczne, to temperatura wrzenia wody (III).". Zdanie to zawierało więc podpowiedź do luki nr II. Wyniki badania pokazują jednak, że uczniom ta podpowiedź wcale nie pomogła. Dobrą odpowiedź w kolejnych lukach wybrało odpowiednio: 58%, 50% i 56% uczniów. Niewiele przewyższa to prawdopodobieństwo wyboru losowego równe 50%. W całości poprawnie rozwiązało zadanie 17% uczniów.

Słowa kluczowe

analiza wykresów | ciśnienie

Zjazd z górskiej przełęczy

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Samochód zjeżdża z górskiej przełęczy z wyłączonym silnikiem. Kierowca naciska pedał hamulca, utrzymując przez cały czas stałą prędkość 20 km/h.

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń.

Stwierdzenie	Czy jest prawdziwe?
1. Energia kinetyczna samochodu zamienia się w energię potencjalną.	☐ Tak / ☐ Nie
2. Energia potencjalna samochodu zamienia się w energię wewnętrzną.	☐ Tak / ☐ Nie
3. Energia kinetyczna samochodu rośnie kosztem energii potencjalnej.	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Nie
2. Tak
3. Nie

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.

Wymaganie szczegółowe

2.1. Energia. Uczeń wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy
2.3. Energia. Uczeń opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii
2.4. Energia. Uczeń posługuje się pojęciem energii mechanicznej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej
2.6. Energia. Uczeń analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła

Komentarz

Zadanie w nietypowy sposób sprawdza wiedzę ucznia na temat przekształcania różnych form energii. Opisana w nim sytuacja jest odmienna od tych spotykanych w ogromnej większości szkolnych zadań, w których mówi się o przekształcaniu energii potencjalnej w kinetyczną podczas spadku swobodnego bądź zsuwania się po równi pochyłej. Można podejrzewać, a wyniki badania (przeprowadzone na próbie 602 uczniów) potwierdzają te podejrzenia, że uczniom pozostaje w pamięci niejasne przekonanie, że zawsze podczas ruchu w dół energia potencjalna zamienia się w kinetyczną. Tymczasem w opisanej w zadaniu sytuacji energia kinetyczna się nie zmienia.

Aby poprawnie rozwiązać zadanie, uczeń powinien:

a. zauważyć, że jazda w dół oznacza jednoznaczny spadek energii potencjalnej,
b. stwierdzić, że stała prędkość oznacza stałą wartość energii kinetycznej,
c. wywnioskować (lub wiedzieć), że hamowanie będzie powodowało wydzielanie się ciepła, co spowoduje rozgrzanie się niektórych elementów samochodu – czyli wzrost energii wewnętrznej.

Zadanie w całości poprawnie rozwiązało 13% uczniów, przy czym prawdopodobieństwo przypadkowego trafienia wynosiło 12,5%.

Świadome zaznaczenie stwierdzenia „1” jako poprawnego oznacza zupełny brak wiadomości o przemianach energii, gdyż są w nim aż dwa kardynalne błędy. Stwierdzenie to mówi, że energia potencjalna rośnie (a w opisanej sytuacji przecież maleje), natomiast kinetyczna maleje (a w tej sytuacji jest stała). Tymczasem aż 61% uczniów uznało to stwierdzenie za poprawne. Stwierdzenie drugie za prawdziwe uznało tylko 37% uczniów – choć to właśnie zdanie poprawnie opisuje przemiany energetyczne. Stwierdzenie trzecie za poprawne uznało 51% uczniów. Wydawałoby się, że to stwierdzenie powinno być zdecydowanie częściej oceniane jako poprawne niż pierwsze – tu bowiem energia potencjalna faktycznie maleje, błąd tkwi tylko w stwierdzeniu, że zwiększa się przy tym energia kinetyczna. Wynika z tego, że wiedza uczniów gimnazjum na temat przemian energii jest niezbyt dobrze ugruntowana.

Słowa kluczowe

energia kinetyczna | energia potencjalna | energia wewnętrzna

Bezpieczniki

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Aby uniknąć przegrzania się przewodów w domowej instalacji elektrycznej, instaluje się w niej bezpieczniki, które odcinają dopływ prądu gdy przekroczy on pewne graniczne natężenie. Za pomocą przedłużacza Maciek włączył jednocześnie trzy grzejniki elektryczne do tego samego gniazdka, co spowodowało zadziałanie bezpiecznika i odcięcie dopływu prądu. Wszystkie grzejniki były sprawne.

Które z poniższych stwierdzeń jest jedynym możliwym wyjaśnieniem zadziałania bezpiecznika?

☐ A. Przekroczono maksymalną dopuszczalną wartość napięcia.

☐ B. Przekroczono największą możliwą wartość wypadkowego oporu.

☐ C. Włączono zbyt dużą liczbę urządzeń elektrycznych.

☐ D. Przekroczono dopuszczalną łączną moc urządzeń.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

D

Wymaganie ogólne

2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

4.8. Elektryczność. Uczeń posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego
4.9. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych
4.10. Elektryczność. Uczeń posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego

Komentarz

Zadanie bada wiadomości szkolne z zakresu elektryczności w bardzo praktycznym i życiowym kontekście.

Dystraktor „A” może być wybrany wyłącznie przez uczniów, którzy zupełnie nie „oswoili się” z pojęciem napięcia i z niczym konkretnym się im ono nie kojarzy. Uczeń bowiem powinien znać przynajmniej jeden fakt: wszystkie urządzenia włączane do domowej sieci elektrycznej pracują pod tym samym napięciem, niezależnie od ich liczby, mocy itp.

Dystraktor „B” mógłby być wybierany wyłącznie przez uczniów którzy nie wiedzą, że im większy opór, tym mniejsze (a nie większe) natężenie prądu. Zagrożeniem dla domowej sieci elektrycznej zatem mógłby być zbyt mały opór, ale nie zbyt duży.

Dystraktor „C” wydaje się poprawny z powodu potocznej „wiedzy”, że nie można włączać zbyt wielu urządzeń na raz. Jego odrzucenie wymaga świadomości lub doświadczenia, że wiele odbiorników małej mocy (np. ładowarek do komórek) nie powoduje problemów, podczas gdy włączenie zaledwie 2-3 urządzeń dużej mocy może powodować zadziałanie bezpieczników.

Wybór dystraktora „D” może świadczyć o połączeniu podanej w zadaniu informacji, że działanie bezpiecznika związane jest z przekroczeniem dopuszczalnego natężenia prądu oraz szkolnej wiedzy, że przy stałym napięciu wzrost natężenia oznacza przekroczenie dopuszczalnej mocy.

Zadanie było badane w nieco trudniejszej wersji – bez podania zasady działania bezpiecznika. Zasada ta nie jest wprost wymieniona w podstawie programowej, choć można by podejrzewać, że jest to fakt uczniom znany z codziennego życia. Zadanie zostało poprawnie rozwiązane przez zaledwie 26% uczniów. Warto nadmienić, że w przypadku tego zadania prawdopodobieństwo prawidłowego rozwiązania przy wyborze odpowiedzi w sposób losowy wynosi 25%. Nawet wśród najlepszych uczniów poprawne odpowiedzi nie przekraczały 30% (badanie przeprowadzono na próbie 602 uczniów).

Wybory poszczególnych odpowiedzi były następujące:
A – 38%
B – 8 %
C – 22%
D – 28%

Wyniki świadczą o tym, że wiadomości z zakresu elektryczności – nawet (a może zwłaszcza) takie, które dotyczą bardzo konkretnych i typowo codziennych aspektów życia, są wśród absolwentów gimnazjum bardzo słabo ugruntowane.

Słowa kluczowe

moc | napięcie | natężenie prądu | opór elektryczny

Motocykl i samochód

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Przeciętny motocykl, ruszając z miejsca równocześnie z samochodem (na przykład po zapaleniu się zielonego światła), szybko pozostawia go w tyle.

1. Oznacza to, że w porównaniu z samochodem motocykl ma

☐A. większe przyspieszenie,

☐B. większą prędkość maksymalną,

☐C. większą moc silnika,

2. ponieważ dla motocykla, w porównaniu z samochodem, większa jest wartość

☐A. iloczynu wypadkowej siły działającej na pojazd i jego masy.

☐B. ilorazu wypadkowej siły działającej na pojazd do jego masy.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. A
2. B

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

1.1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu/ przelicza jednostki prędkości
1.6. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego
1.7. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona

Komentarz

Zadanie miało w nieco nietypowy sposób sprawdzić zrozumienie pojęcia „przyspieszenie" oraz umiejętność posługiwania się II zasadą dynamiki.

Pierwsza część mogła być przez uczniów rozwiązywana dość intuicyjnie, choć ostatni wariant odpowiedzi odwoływał się do tak zwanej „potocznej wiedzy".

Druga część zadania miała sprawdzić, czy uczniowie potrafią:

a. zauważyć że zadanie ma coś wspólnego z II zasadą dynamiki,
b. wybrać poprawne sformułowanie II zasady dynamiki.

Ważnym aspektem zadania był fakt, że nie było w nim wprost mowy o II zasadzie dynamiki, nie było też związanego z nią wzoru. Chodziło wyłącznie o zauważenie, że znana ze szkoły zasada wyjaśnia opisane zjawisko z życia codziennego.

Większość uczniów (79%) w pierwszej części zadania wybrała prawidłową odpowiedź „A", dystraktor „C" wybrało 13% uczniów. W drugiej części poprawną odpowiedź wybrało 60% uczniów co nie jest wynikiem złym, jednak nie jest też bardzo dobrym zważywszy na to, że były tylko dwie odpowiedzi do wyboru. W całości poprawnie rozwiązała zadanie połowa uczniów (próba na której przeprowadzono badanie wynosiła 602 uczniów).

Wydawać by się mogło, że zadanie jest stosunkowo proste, a więc powinno być rozwiązane poprawnie przez zdecydowanie większą liczbę uczniów, jednak widać, że tak wcale nie jest. Można wyciągnąć wniosek, że gruntowna znajomość jednej z fundamentalnych zasad fizyki nie jest powszechna wśród absolwentów gimnazjum.

Słowa kluczowe

II zasada dynamiki | przyspieszenie

Obóz nurkowy

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Przed wyjazdem na obóz nurkowy nad Morze Czerwone Jacek dowiedział się, że będzie musiał nurkować z dodatkowym obciążeniem, ponieważ w Morzu Czerwonym nurkuje się trudniej niż w basenie – nurek musi włożyć więcej wysiłku, by zejść na żądaną głębokość. Wraz z kolegami zastanawiali się nad możliwymi przyczynami tego faktu.

Oceń poprawność poniższych wyjaśnień.

	Wyjaśnienie	**Czy jest poprawne?**
1.	Basen ma określoną, stosunkowo niewielką długość i szerokość, w związku z tym na Jacka działa mniejsza siła wyporu.	☐ Tak / ☐ Nie
2.	Dno morza jest piaszczyste lub kamieniste, w związku z tym występuje większa siła tarcia niż w wyłożonym kafelkami basenie.	☐ Tak / ☐ Nie
3.	W morzu na Jacka działa większa siła wyporu, gdyż woda w nim jest bardziej zasolona niż w basenie.	☐ Tak / ☐ Nie

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

1. Nie
2. Nie
3. Tak

Wymaganie ogólne

3 Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

Wymaganie szczegółowe

3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
8.3. Wymagania przekrojowe. Uczeń szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych

Komentarz

Zadanie miało sprawdzić umiejętność odróżniania czynników istotnych i nieistotnych dla przebiegu danego zjawiska. Oczywiście potrzebne są do tego pewne podstawowe wiadomości z fizyki.

Uczeń do poprawnego rozwiązania zadania powinien wiedzieć, że:

a. siła wyporu zmniejsza pozorny ciężar ciał zanurzonych w cieczy,
b. siła wyporu w słonej wodzie jest większa niż w słodkiej, z uwagi na większą gęstość,
c. siła wyporu nie zależy od wymiarów naczynia w jakim zanurzamy ciało,
d. kształt i faktura dna nie mają wpływu na siłę wyporu.

Część tych wiadomości może mieć źródło w doświadczeniach życiowych (pływanie w jeziorze i w basenie, pływanie w słonych morzach), choć trudno uznać, że takie doświadczenie w oderwaniu od szkolnych wiadomości byłoby wystarczające. W życiu codziennym rzadko bowiem używa się pojęcia „siła wyporu”.

Zadanie w badaniu pilotażowym zostało w pełni poprawnie rozwiązane przez zaledwie 30% uczniów (badanie zostało przeprowadzone na próbie 602 uczniów). Miało stosunkowo wysoki wskaźnik różnicujący – uczniowie słabsi (osiągający niższe wyniki w całym teście pilotażowym) podawali poprawną odpowiedź zdecydowanie rzadziej niż uczniowie najlepsi.

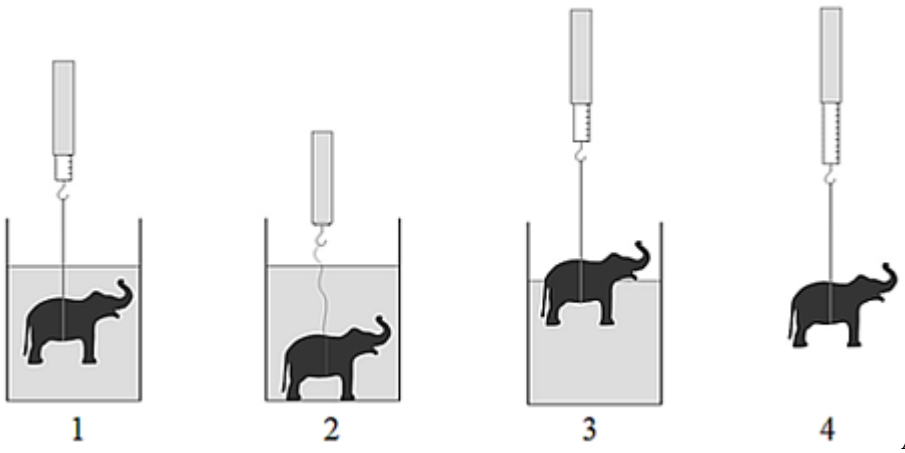
Ocena drugiego i trzeciego wyjaśnienia nie sprawiła uczniom większych trudności. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło – odpowiednio – 71% i 84% uczniów. Jednak ponad połowa uczniów nieprawidłowo oceniła pierwsze wyjaśnienie. Jest to tym bardziej zaskakujące, że teza, iż siła wyporu zależy od rozmiarów zbiornika wodnego kłóci się z tak zwanym zdrowym rozsądkiem. Można by przypuszczać, że uczniowie będą w stanie, korzystając jedynie z własnych doświadczeń, taką tezę odrzucić. Niestety, okazuje się, że dla ponad połowy badanych nie jest to wcale oczywiste.

Słowa kluczowe siła wyporu

Pomiar siły wyporu

Sugerowane przeznaczenie Praca na lekcji, Sprawdzian, Praca domowa

Agnieszka przywiązała mosiężną figurkę słonia do siłomierza, a następnie – korzystając z naczynia z wodą – wykonała pomiary sił w czterech sytuacjach przedstawionych na rysunkach.



Autor: W. Grajkowski

Źródło: zasoby własne IBE

(I) **Aby obliczyć wartość siły wyporu działającej na figurkę w sytuacji 1, należy odjąć od wartości pomiaru w sytuacji**

☐ A. 1

☐ B. 2

☐ C. 3

☐ D. 4

(II) **wartość pomiaru w sytuacji**

☐ A. 1.

☐ B. 2.

☐ C. 3.

☐ D. 4.

Odpowiedź, podstawa programowa i omówienie zadania

Poprawna odpowiedź

I. D
II. A

Wymaganie ogólne

1 Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
2 Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymaganie szczegółowe

3.8. Właściwości materii. Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie
3.9. Właściwości materii. Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.
9.3. Wymagania doświadczalne. Uczeń dokonuje pomiaru siły wyporu za pomocą siłomierza (dla ciała wykonanego z jednorodnej substancji o gęstości większej od gęstości wody)

Komentarz

Zadanie związane jest bezpośrednio z punktem 9.3 podstawy programowej. Uczniowie na lekcjach powinni wykonać podobne doświadczenie. Zadanie sprawdza, czy uczniowie potrafią prawidłowo zmierzyć siłę wyporu.

Zdolny uczeń – być może – byłby w stanie poradzić sobie z tym zadaniem posługując się wyłącznie wiedzą teoretyczną, jednak wykonanie doświadczenia powinno w znacznym stopniu to ułatwić. Wyniki badań pilotażowych (ogólnopolska próba dla tego badania wynosiła 3020 uczniów) sugerują wyraźnie, że takiego ułatwienia brak – najprawdopodobniej z powodu niewykonywania takich pomiarów na lekcjach.

W części pierwszej 13% uczniów wybrało odpowiedź „A”, 23% – odpowiedź „B”, 35%, odpowiedź „C” i 28% – odpowiedź „D”. W drugiej części wybory uczniów rozkładały się następująco: A – 10%, B – 35%, C – 33%, D – 20%. W pełni poprawnie (udzielając prawidłowych odpowiedzi w obu częściach zadania) zadanie zostało rozwiązane przez zaledwie 1% badanych uczniów. Warto nadmienić, że prawdopodobieństwo (przypadkowego) poprawnego rozwiązania wynosi dla tego zadania około 6%. Na uwagę zasługuje też fakt, że wskazanie w którejkolwiek części zadania sytuacji 2 i 3 świadczy o braku elementarnej wiedzy na temat sposobu pomiaru siły wyporu.

Zadanie rozwiązywane było przez uczniów uczonych jeszcze według starej podstawy programowej – która nie zawiera obowiązkowych doświadczeń. Być może to jest przyczyną tak słabego wyniku.

Słowa kluczowe pomiar | siła wyporu