8

Spotkania z fizyką

Bartłomiej Piotrowski

Zeszyt ćwiczeń

DO FIZYKI
DLA KLASY ÓSMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

nowa era
Twoje mocne strony

Druga Nowa Ero,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to, że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki sprzedawane są po tej samej (albo wyższej) cenie co regularne książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę (o ironio), w której papier nie jest bezczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

SPIS TREŚCI

Korzystaj z dodatkowych materiałów ukrytych pod kodami QR zamieszczonymi w publikacji.

I Elektrostatyka

1. Elektryzowanie ciał 5
2. Budowa atomu. Jednostka ładunku elektrycznego 7
3. Przewodniki i izolatory 9
4. Elektryzowanie przez dotyk 11
5. Elektryzowanie przez indukcję 15

Dziennik laboratoryjny 18
Sposób na zadanie 19
Sprawdź, czy potrafisz 20

II Prąd elektryczny

6. Prąd elektryczny. Napięcie elektryczne i natężenie prądu 21
7. Pomiar natężenia prądu i napięcia elektrycznego 26
8. Opór elektryczny 29
9. Praca i moc prądu elektrycznego 35
10. Użytkowanie energii elektrycznej 40

Dziennik laboratoryjny 45
Sposób na zadanie 47
Sprawdź, czy potrafisz 48

III Magnetyzm

11. Bieguny magnetyczne 49
12. Właściwości magnetyczne przewodnika z prądem 52
13. Elektromagnes – budowa, działanie, zastosowanie 55
14. Oddziaływanie magnetyczne a silnik elektryczny 59

Dziennik laboratoryjny 62
Sposób na zadanie 63
Sprawdź, czy potrafisz 64

IV Drgania i fale

15. Ruch drgający 65
16. Wykresy ruchu drgającego. Przemiany energii 69
17. Fale mechaniczne 72
18. Fale dźwiękowe 77
19. Wysokość i głośność dźwięku 79
20. Fale elektromagnetyczne 83

Dziennik laboratoryjny 86
Sposób na zadanie 87
Sprawdź, czy potrafisz 88

V Optyka

21. Światło i jego właściwości 89
22. Zjawisko cienia i półcienia 92
23. Odbicie i rozproszenie światła 95
24. Zwierciadła 98
25. Obrazy tworzone przez zwierciadła sferyczne 101
26. Zjawisko załamania światła 106
27. Soczewki 109
28. Otrzymywanie obrazów za pomocą soczewek 112

Dziennik laboratoryjny 116
Sposób na zadanie 117
Sprawdź, czy potrafisz 118

Test przekrojowy 119

Odpowiedzi do wybranych zadań obliczeniowych 122

Karta wzorów 123

Przypomnij sobie z klasy 7

Rozwiąż zadania
docwiczenia.pl
Kod: F82AZ5

Dodatki matematyczne z przykładami

Patrz dodatek matematyczny
docwiczenia.pl
Kod: F8CKWJ

Jak korzystać z zeszytu ćwiczeń

Na poniższych rysunkach wyróżniono i omówiono elementy ułatwiające pracę z zeszytem ćwiczeń. Podczas rozwiązywania zadań przydatny będzie również dodatek matematyczny, który znajduje się pod kodem QR (patrz *Spis treści*). Warto wydrukować ten dodatek i włożyć go do zeszytu.

Kody QR, pod którymi zamieszczono dodatkowe zadania, przykłady, doświadczenia, filmy z doświadczeń, testy, kartę wzorów z klasy 7 oraz dodatek matematyczny

Dla dociekliwych

Zadania dla bardziej zainteresowanych fizyką

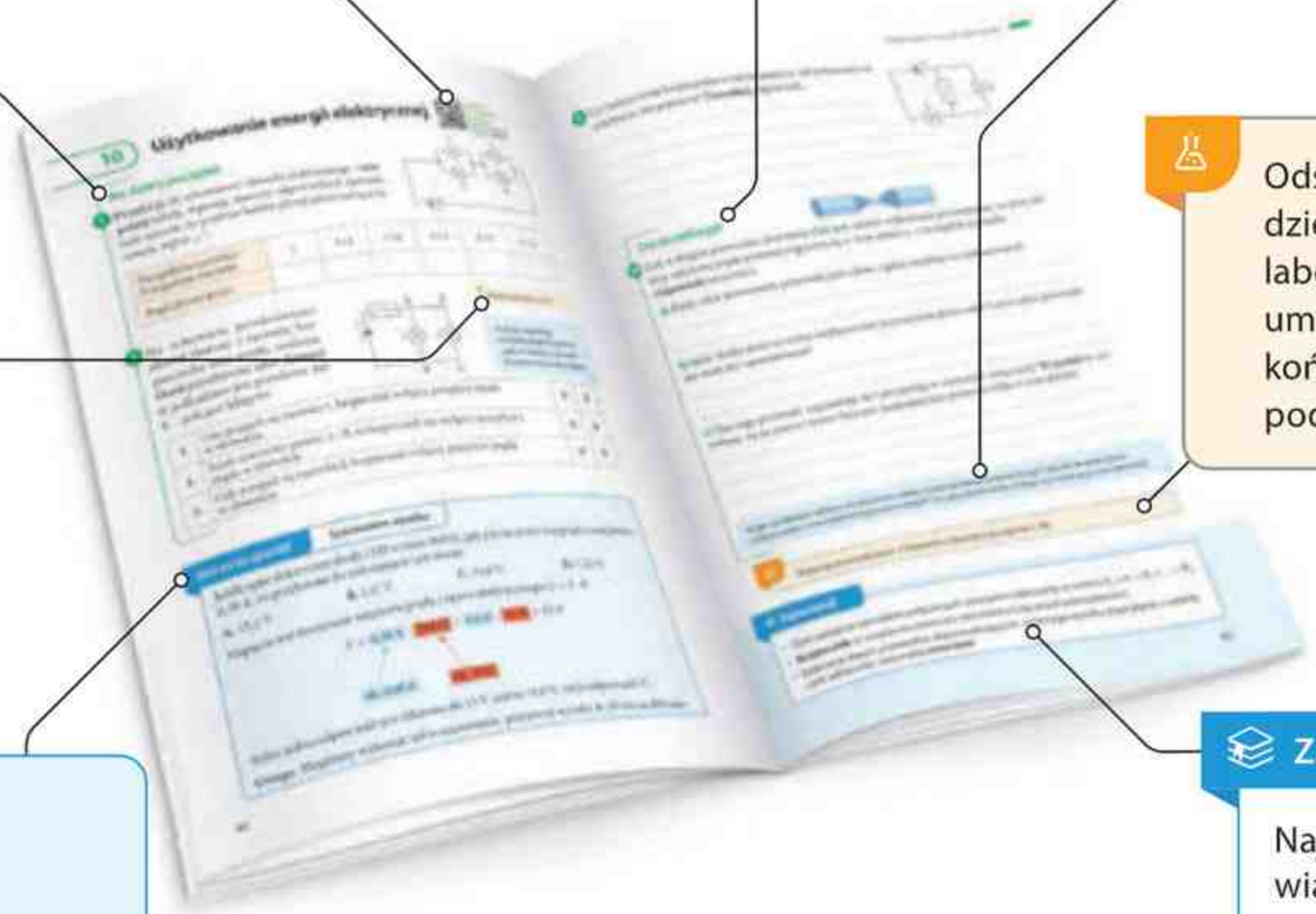
Na niebieskich karteczkach zamieszczono wskazówki do zadań

Na dobry początek

Proste zadania wprowadzające w temat

Odsyłacze do dodatku matematycznego znajdującego się pod kodem QR lub karty wzorów

Odsyłacze do dziennika laboratoryjnego umieszczonego na końcu działu lub pod kodami QR



Jest na to sposób!

Praktyczne wskazówki o charakterze matematycznym

Zapamiętaj!

Najważniejsze wiadomości ujęte skrótowo

E Sposób na zadanie

Szczegółowo rozwiązane zadanie typu egzaminacyjnego, wzbogacone o wskazówki i ważne treści

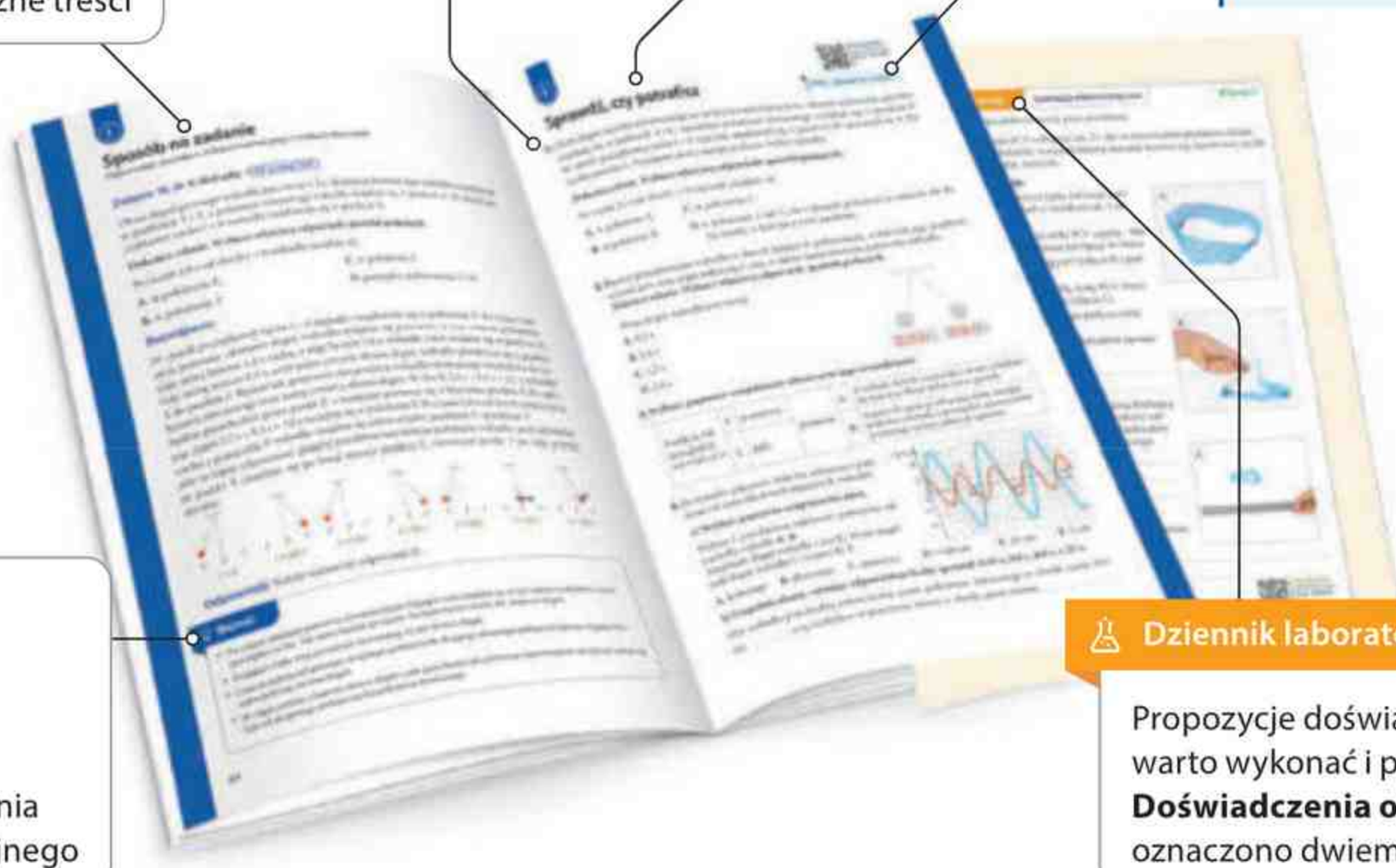
Zadanie 1.

Zadanie podobne do omówionego zadania typu egzaminacyjnego

E Sprawdź, czy potrafisz

Na końcu każdego działu zamieszczono zadania sprawdzające

Patrz „Sposób na zadanie" – odwołanie do zadania typu egzaminacyjnego



Ważne!

Najważniejsze wiadomości podsumowujące rozwiązanie zadania typu egzaminacyjnego

Dziennik laboratoryjny

Propozycje doświadczeń, które warto wykonać i przeanalizować. **Doświadczenia obowiązkowe** oznaczono dwiema kropkami

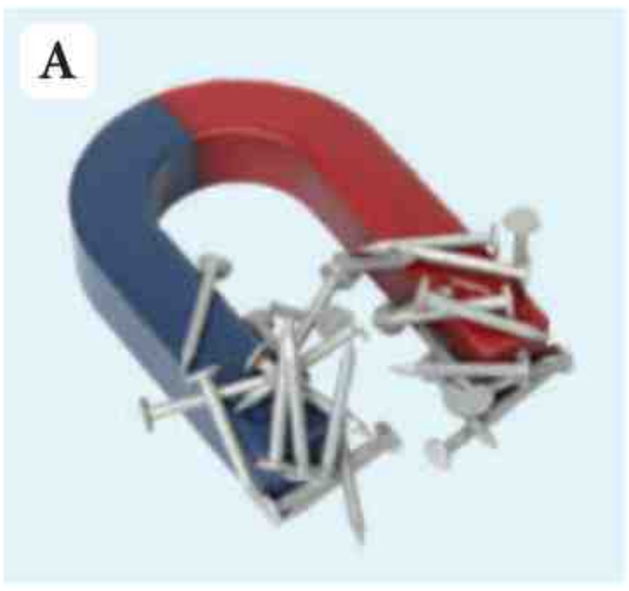
I. Elektrostatyka

1 Elektryzowanie ciał

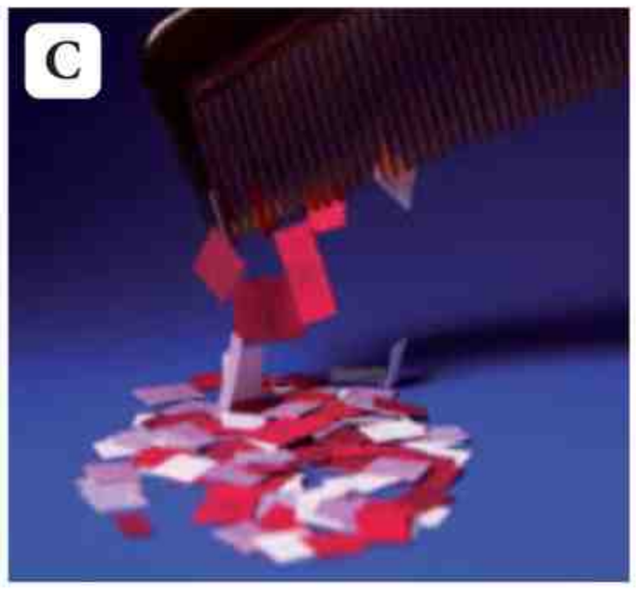
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8J6RF

Na dobry początek

1 **Zaznacz** zdjęcia przedstawiające skutki elektryzowania się ciał.





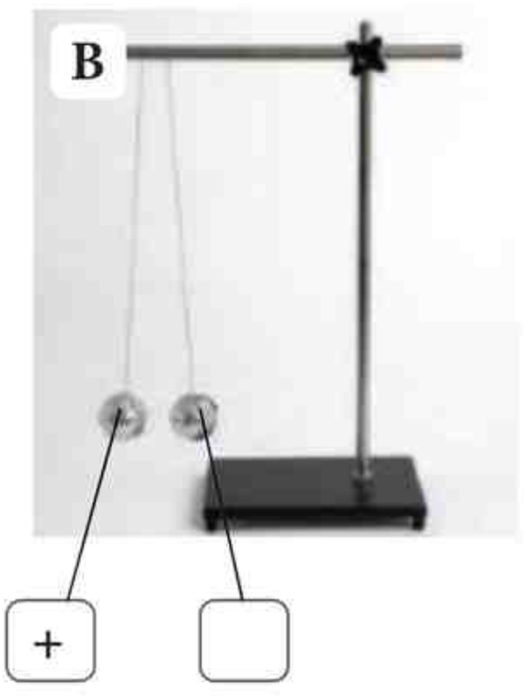


2 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Oddziaływania elektrostatyczne mogą zachodzić na odległość, ale mają wtedy bardzo niewielki zasięg.	P	F
2.	Oddziaływania elektrostatyczne zawsze powodują przyciąganie się ciał.	P	F
3.	Ciała podczas pocierania gromadzą ładunek elektryczny.	P	F
4.	Oddziaływania elektrostatyczne występują między ciałami obdarzonymi ładunkiem elektrycznym.	P	F

3 Na zdjęciach przedstawiono skutki wzajemnego oddziaływania naelektryzowanych ciał zawieszonych na nitkach. **Wpisz** w okienka odpowiedni znak ładunku: „+”, jeżeli ciało jest naelektryzowane dodatnio, lub „–”, jeżeli ciało jest naelektryzowane ujemnie.







Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego na s. 18.

4 **Wpisz** litery we właściwe pola tabeli, aby sklasyfikować skutki elektryzowania ciał.

Niepożądane skutki elektryzowania ciał	Pożądane skutki elektryzowania ciał
A,	*B*,

A. Plastikowe koszulki na dokumenty sklejają się.

B. Drobinki naelektryzowanej farby przyczepiają się do karoserii malowanego pojazdu.

C. Włosy stroszą się podczas czesania ich grzebieniem.

D. Naelektryzowane drobiny zanieczyszczeń osadzają się na filtrach kominowych.

E. Toner przylepia się do naelektryzowanej kartki w kserografie lub drukarce laserowej.

F. Wełniany sweter podczas ściągania przykleja się do ciała.

5 Na rysunku A zaznaczono jeden z wektorów sił, którymi oddziałują na siebie dwa naelektryzowane dodatnio ciała. Wiedząc, że ładunki wszystkich ciał mają taką samą wartość, ale różne znaki, **dorysuj** brakujące wektory sił na rysunkach A, B i C. Pamiętaj o odpowiednich kierunkach, zwrotach i wartościach sił.

Przypomnij sobie III zasadę dynamiki.



Dla dociekliwych

6 Oddziaływanie naelektryzowanych ciał znalazło zastosowanie w tzw. filtrach elektrostatycznych, służących do oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń takich jak dym i pył. Filtry te są montowane w kominach fabryk oraz w systemach wentylacji. **Dowiedz się** z dostępnych ci źródeł i **zapisz**, w jaki sposób wykorzystano oddziaływania naelektryzowanych ciał w tych urządzeniach.



Zapamiętaj!

- Istnieją dwa rodzaje ładunków elektrycznych: **dodatnie** i **ujemne**.
- Między naelektryzowanymi ciałami występuje oddziaływanie elektrostatyczne.
- Dwa ciała naelektryzowane ładunkami jednoimiennymi (tego samego znaku) **odpychają się**, a dwa ciała naelektryzowane ładunkami różnoimiennymi (różnych znaków) – **przyciągają się**.

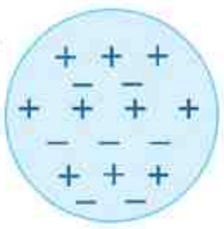
2 Budowa atomu. Jednostka ładunku elektrycznego

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F89AAQ

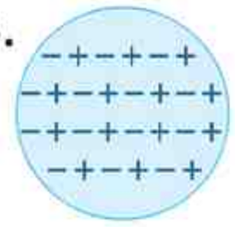
Na dobry początek

1 Znaki „–” oraz „+” oznaczają pewną (taką samą dla obu znaków) ilość ładunku elektrycznego, odpowiednio ujemnego i dodatniego. **Zapisz** pod rysunkiem, czy przedstawione na nim ciało jest naelektryzowane dodatnio, ujemnie, czy też jest elektrycznie obojętne.

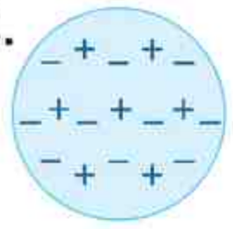
A.



B.



C.



2 **Przyporządkuj** opisy do składników atomu: protonu, elektronu i neutronu. **Wpisz** odpowiednie cyfry do tabeli. **Uwaga.** Niektóre opisy mogą pasować do więcej niż jednej cząstki.

Elektron	Proton	Neutron

I. Wchodzi w skład jądra atomowego.

II. Jest obdarzony ładunkiem elektrycznym.

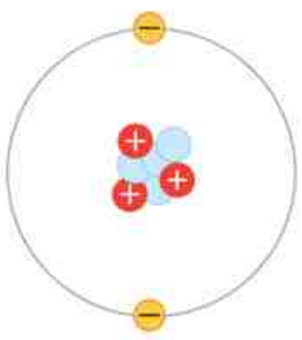
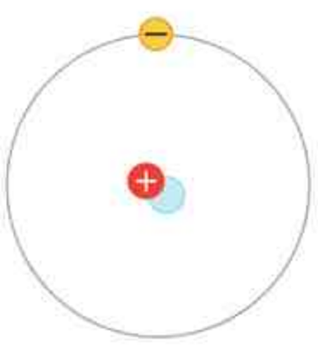
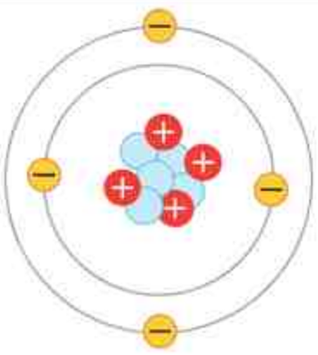
III. Jest elektrycznie obojętny.

IV. Ma elementarny ładunek ujemny ($-e$).

V. Ma elementarny ładunek dodatni (e).

VI. W kationach występuje ich mniej niż w elektrycznie obojętnych atomach tego samego pierwiastka.

3 W tabeli schematycznie przedstawiono budowę atomów oraz jonów. **Uzupełnij** kolejne wiersze tabeli, tak jak w przykładzie.

Model budowy atomu lub jonu				
Liczba	protonów	*trzy*		
	elektronów	*dwa*		
	neutronów	*cztery*		
Całkowity ładunek elektryczny	dodatni	*X*		
	ujemny	–		
	równy zero	–		

4 **Przeanalizuj** poniższą wskazówkę i **określ** znak oraz wartość ładunku elektrycznego jonu, w którym liczba elektronów jest o 2 większa od liczby protonów.

> Jeżeli w jonie brakuje jednego elektronu, to taki jon ma ładunek dodatni równy jednemu ładunkowi elementarnemu, czyli $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C. Jeżeli natomiast w jonie znajduje się o jeden elektron więcej niż w elektrycznie obojętnym atomie, to taki jon ma ładunek ujemny równy jednemu ładunkowi elementarnemu, czyli $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Jon jest *dodatni/ ujemny*, a wartość jego ładunku wynosi _____ C.

5 Na maleńkiej kropelce wody zgromadził się ładunek $q = -8{,}01 \cdot 10^{-11}$ C. **Oszacuj**, o ile więcej elektronów niż protonów znajduje się w tej kropelce.

Krok 1 **Zauważamy**, że ładunek każdego elektronu wynosi: $q_e = -e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Krok 2 Liczbę dodatkowych elektronów **obliczamy** ze wzoru:

$$\frac{\text{całkowity ładunek kropli}}{\text{ładunek elektronu}} = \frac{q}{q_e} = \frac{_____\ \text{C}}{_____\ \text{C}} = (8{,}01 : 1{,}6) \cdot (10^{-11} : 10^{-19}) \approx _____ \cdot 10^{___}$$

Krok 3 **Zapisujemy** odpowiedź: _____

Dla dociekliwych

6 Każda z cząstek elementarnych, z których zbudowana jest materia, ma tzw. antycząstkę. Na przykład odpowiednikami neutronów są antyneutrony. Gdy cząstka i antycząstka się spotykają, anihilują (znikają) z wytworzeniem olbrzymiej ilości energii lub przekształcają się w inne cząstki z wydzieleniem energii. **Wyszukaj** informacje na temat tego, jak nazywają się antycząstki elektronu oraz protonu. Jakie ładunki elektryczne mają te antycząstki?

_____

_____

_____

_____

Zapamiętaj!

- **Atom** jest elektrycznie obojętny, gdyż ma taką samą liczbę protonów i elektronów.
- Wartości ładunków protonu i elektronu są takie same i równe ładunkowi elementarnemu, przy czym ładunek protonu jest dodatni, a elektronu – ujemny.
- Wartość ładunku elementarnego wynosi $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.
- **Jon dodatni** (kation) powstaje, gdy od atomu zostaną oderwane elektrony (jeden lub kilka), a **jon ujemny** (anion) – gdy atom przyjmie elektrony (jeden lub kilka).
- Neutrony są obojętne elektrycznie, czyli nie mają ładunku elektrycznego.
- Jednostką ładunku elektrycznego jest kulomb (1 C).

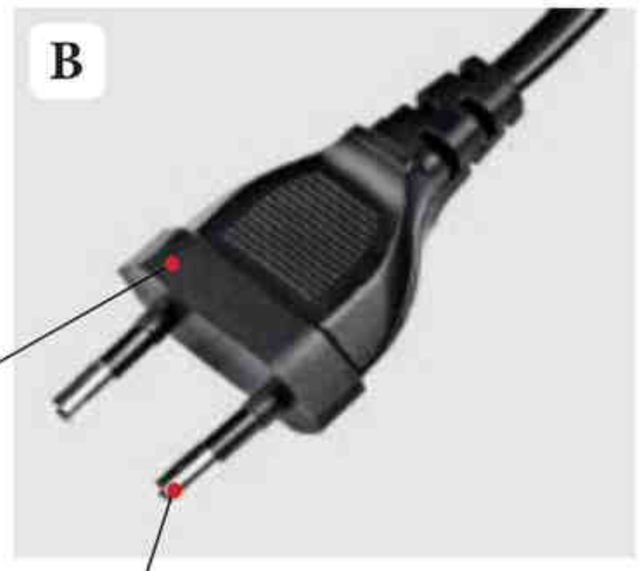
3 Przewodniki i izolatory

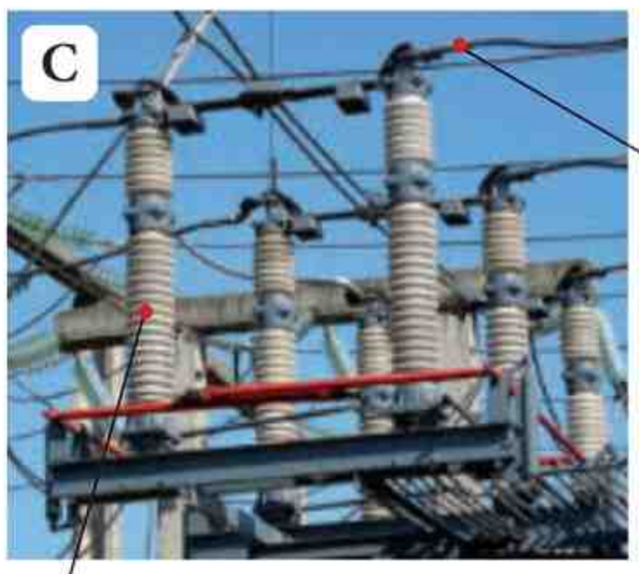
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8289K

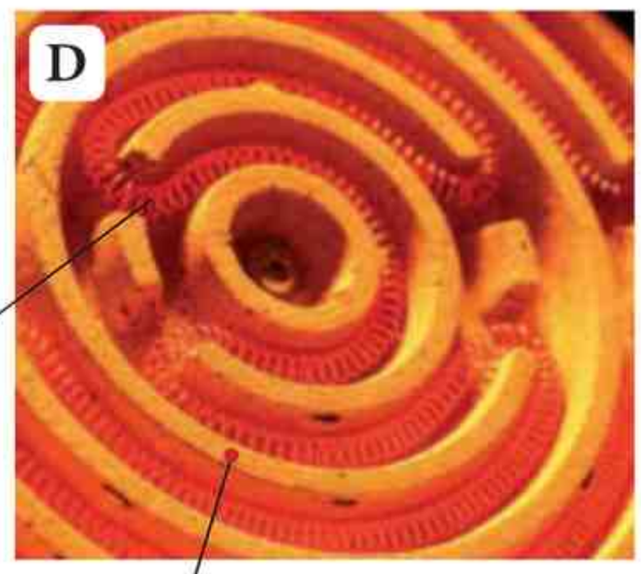
Na dobry początek

1 **Przeanalizuj** ilustracje i zastanów się, z jakich substancji są wykonane dane przedmioty. **Wpisz** w wolne miejsca *izolator* lub *przewodnik*.





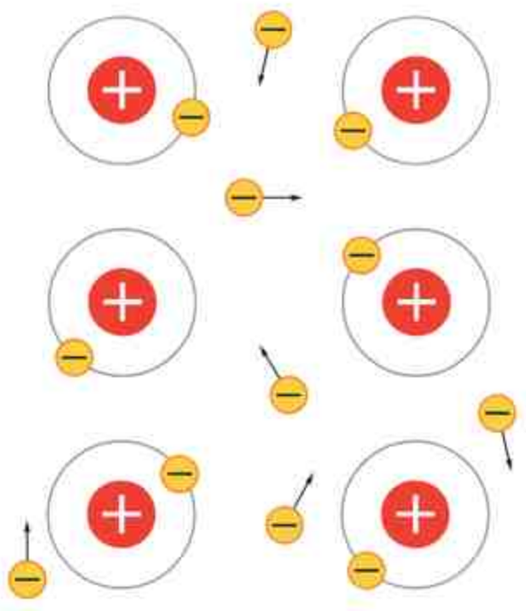




Ciała, w których występują swobodne ładunki elektryczne, nazywamy przewodnikami, a ciała, w których swobodnych ładunków nie ma, to izolatory.

2 **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.

Na schemacie obok przedstawiono budowę wewnętrzną metalu, który jest *przewodnikiem/ izolatorem* elektrycznym.
Za pomocą strzałek zilustrowano chaotyczny ruch swobodnie poruszających się *neutronów/ elektronów/ anionów.*
Gdy dotkniemy w dowolnym miejscu naładowanego *przewodnika/ izolatora* zgromadzony na nim ładunek elektryczny zostanie natychmiast zobojętniony – odprowadzony (przez ludzkie ciało) do ziemi.

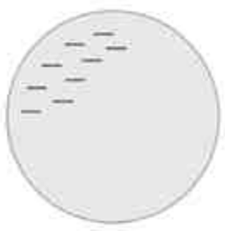


Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

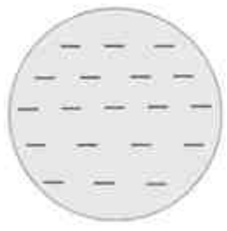
Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8RC5X

3 Dwóch elektrycznie obojętnych kulek – plastikowej oraz metalowej – dotknięto ujemnie naelektryzowaną plastikową rurką. Na rysunku schematycznie przedstawiono rozmieszczenie ładunków elektrycznych na kulkach po zetknięciu z rurką. **Zastanów się**, która z kulek wykonana jest z plastiku, a która z metalu. **Podkreśl** właściwe uzupełnienia zdań.

A.



B.



Z plastiku wykonana jest kulka **A/ B**, a z metalu kulka **A/ B**, ponieważ w metalach elektrony *mogą/ nie mogą* się swobodnie przemieszczać. W izolatorach elektrony *mogą/ nie mogą* się swobodnie poruszać.

4 W wielu przypadkach naelektryzowanie ciała jest zjawiskiem niekorzystnym. Sposobem na pozbycie się nadmiaru ładunku z naelektryzowanego przewodnika jest jego uziemienie. Polega ono na połączeniu z ziemią ciała wykonanego z przewodnika za pomocą innego przewodnika. Dzięki temu ładunek może być zneutralizowany poprzez przepływ pewnych ładunków elektrycznych do lub z ziemi.

Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

Jakie cząstki mają możliwość ruchu w metalach?

Jeżeli ujemnie naelektryzowany przewodnik połączymy metalowym przewodem z ziemią, to do momentu aż przewodnik stanie się elektrycznie obojętny, **A/ B** będą przepływać **C/ D**.

Jeżeli dodatnio naelektryzowany przewodnik połączymy metalowym przewodem z ziemią, to do momentu aż przewodnik stanie się elektrycznie obojętny, **A/ B** będą przepływać **C/ D**.

A. elektrony

B. protony

C. z przewodnika do ziemi

D. z ziemi do przewodnika

5 Benzynę można przewozić i przechowywać tylko w atestowanych metalowych kanistrach. Zabronione jest korzystanie z nieatestowanych pojemników, wykonanych np. z plastiku, nieprzeznaczonych do przechowywania łatwopalnych cieczy. **Poszukaj** w dostępnych źródłach informacji na ten temat i **napisz**, dlaczego to takie ważne.



Zapamiętaj!

- Substancje dzieli się na **przewodniki** i **izolatory**. W przewodnikach – w przeciwieństwie do izolatorów – ładunki elektryczne mogą przepływać swobodnie.
- Zarówno przewodniki, jak i izolatory można naelektryzować.
- Przewodnik można naelektryzować, gdy zostanie odizolowany od ziemi.

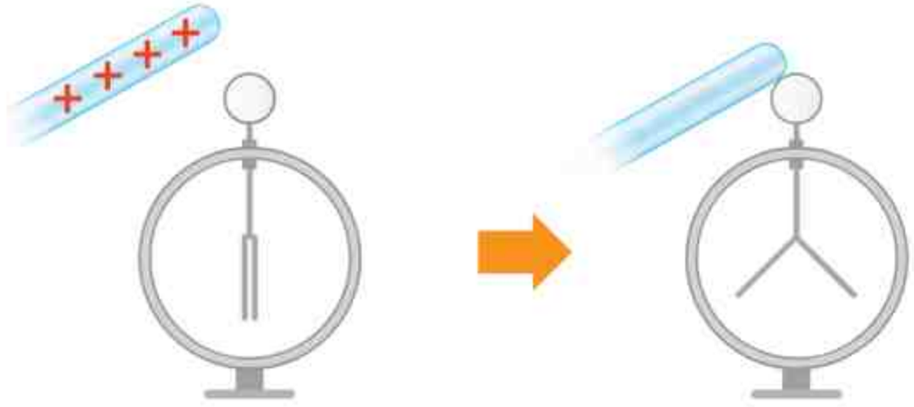
4 Elektryzowanie przez dotyk

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8M578

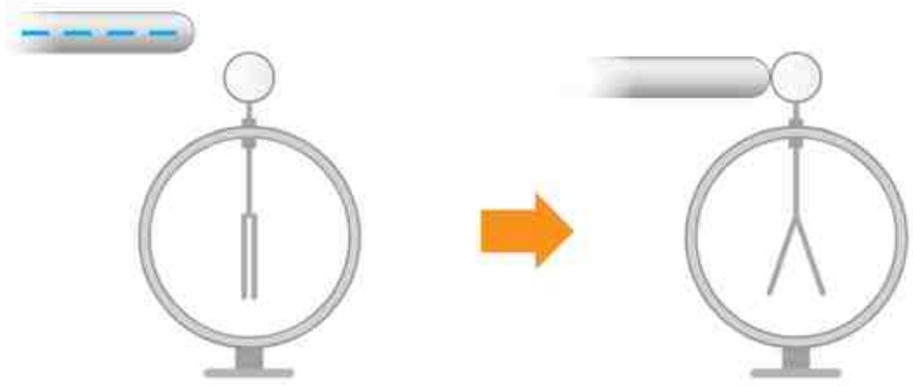
Na dobry początek

1 Basia i Filip przeprowadzali doświadczenie związane z ładowaniem elektroskopu. Basia dotknęła kulki elektroskopu naelektryzowaną dodatnio szklaną pałeczką (rys. A). Filip zetknął z kulką identycznego elektroskopu ujemnie naelektryzowaną plastikową pałeczkę (rys. B).

A.



B.



Poniżej przytoczonono wypowiedzi uczniów na temat wykonanych doświadczeń. Podkreślono jedno z błędnych stwierdzeń, a na końcu zapisano jego poprawne brzmienie. **Znajdź** i **podkreśl** dwa inne błędne stwierdzenia i je **popraw**.

Wypowiedzi Basi:

I. *W moim doświadczeniu część protonów przepłynęła ze szklanej pałeczki na elektroskop.*

II. *Elektroskop w moim doświadczeniu po zetknięciu z pałeczką uzyskał ładunek tego samego znaku co pałeczka.*

III. *Na podstawie wychyleń listków elektroskopów nie można stwierdzić, jaki jest znak ładunku elektrycznego na danym elektroskopie.*

Wypowiedzi Filipa:

IV. *W moim doświadczeniu na elektroskopie zgromadził się większy ładunek niż w doświadczeniu Basi.*

V. *W moim doświadczeniu część elektronów przepłynęła z plastikowej pałeczki na elektroskop.*

VI. *Dotknięcie palcem kulki mojego elektroskopu spowoduje zwiększenie wychylenia listków, a w przypadku elektroskopu Basi – zmniejszenie wychylenia listków.*

Poprawne wypowiedzi:

I. *W moim doświadczeniu część elektronów przepłynęła z elektroskopu na szklaną pałeczkę.*

Elektryzujący problem – jak sobie z nim poradzić?

Nikt z nas nie lubi, gdy ubrania się elektryzują. Gromadzenie się ładunków elektrycznych jest jednak problemem nie tylko w wypadku ubrań, lecz także – urządzeń elektronicznych.

Dlaczego niektóre substancje elektryzują się dodatnio, a inne ujemnie?

To, jakim ładunkiem naelektryzuje się dana substancja poprzez pocieranie, można odczytać z tzw. szeregu tryboelektrycznego. Substancje znajdujące się bliżej znaku „+" elektryzują się dodatnio, a bliżej znaku „–" ujemnie. Na przykład szkło potarte bawełną naelektryzuje się dodatnio, a bawełna ujemnie. Im dalej od środka szeregu tryboelektrycznego znajdują się dane substancje, tym silniej się elektryzują.

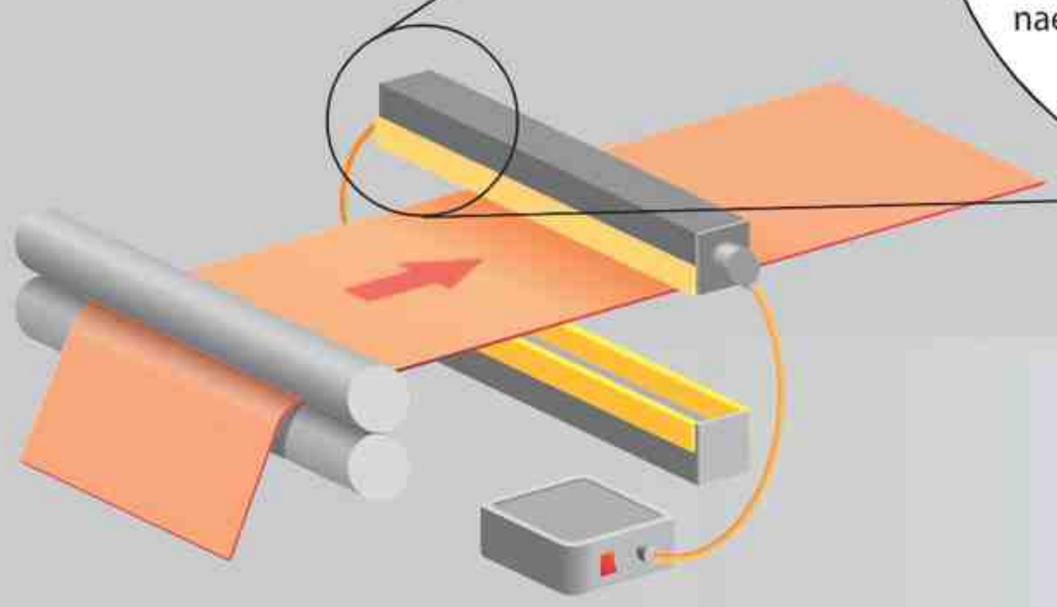


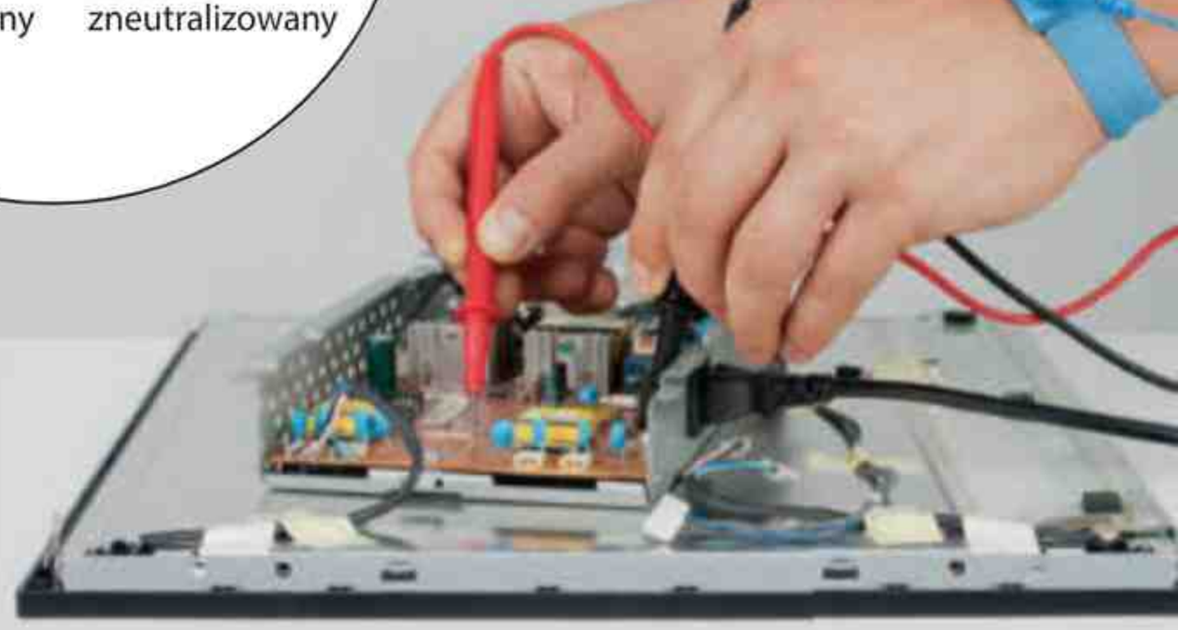
Naelektryzowane ciało człowieka może być bardzo groźne dla delikatnych urządzeń elektronicznych, np. podczas składania elementów elektronicznych na taśmach produkcyjnych w fabryce czy podczas ich późniejszej naprawy. Żeby zapobiec uszkodzeniu takich urządzeń, stosuje się tzw. **opaski uziemiające**, które neutralizują ładunek elektryczny gromadzący się na skórze. Taka opaska podłączona np. do obudowy komputera odgrywa rolę uziemienia. Na podobnej zasadzie cysterny z substancjami łatwopalnymi zabezpiecza się podczas ich napełniania i opróżniania, gdyż ciecz będąca w ruchu powoduje elektryzowanie zbiornika.

Niestety poprzez uziemienie nie można odprowadzić ładunku elektrycznego gromadzącego się na izolatorach. Jest to duży problem w przypadku materiałów przesuwających się między rolkami na taśmach produkcyjnych, gdzie występuje elektryzowanie przez tarcie. Elektryzowanie tych materiałów zakłóca bowiem procesy technologiczne. W tego typu przypadkach stosuje się tzw. **dejonizator** (patrz rysunek). Jest to urządzenie zasilane zewnętrznie, które wytwarza w powietrzu jony dodatnie oraz ujemne. Jony są przyciągane przez naelektryzowany materiał i neutralizują znajdujące się na nim ładunki elektryczne.



Oznaczenie urządzeń wrażliwych na elektryczność statyczną





Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

2 **a)** **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdań.

Przedstawione na poprzedniej stronie oznaczenie informuje, że mamy do czynienia z **A/ B/ C**. Znak ten można spotkać w fabryce, gdzie produkuje się **D/ E/ F**.

A. przedmiotami wrażliwymi na elektryczność statyczną

B. przedmiotami, których dotknięcie może spowodować porażenie prądem

C. bardzo drobnymi przedmiotami, które trzeba delikatnie chwytać palcami

D. pinezki i szpilki

E. telefony komórkowe i tablety

F. przewody elektryczne, przełączniki, gniazdka itp.

b) **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdania.

Uziemienie można zastosować w celu usunięcia ładunku elektrycznego

A.	z przewożącej benzynę stalowej cysterny,	ponieważ jest ona wykonana z	**1.**	izolatora.
B.	z beli papieru przesuwanego pomiędzy rolkami,		**2.**	przewodnika.

c) Dzięki dejonizatorowi materiał naelektryzowany ujemnie został zobojętniony elektrycznie. Jakie jony powędrowały z dejonizatora do tego materiału – dodatnie czy ujemne? **Uzasadnij** odpowiedź.

d) **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Czesząc włosy polistyrenowym grzebieniem, elektryzujemy je dodatnio.	**P**	**F**
2.	Pocierając papierem torebkę z polietylenu, elektryzujemy ją dodatnio.	**P**	**F**
3.	Szkło potarte jedwabiem elektryzuje się słabiej niż potarte wełną.	**P**	**F**

e) **Odpowiedz** na pytanie. Czy wygodniej jest czesać suche włosy grzebieniem zrobionym z drewna czy polistyrenu? Dlaczego?

3 **Określ**, jaki znak ma ładunek, którym elektryzują się ciała: dodatni czy ujemny. **Wpisz** odpowiednie słowo w puste miejsca.

A. W wyniku pocierania jedwabiem elektrycznie obojętnej szklanej pałeczki jedwab naelektryzował się ujemnie, a szklana pałeczka naelektryzowała się _____ .

B. Po dotknięciu elektrycznie obojętnego elektroskopu ujemnie naelektryzowaną poliestrową linijką elektroskop jest naładowany _____ .

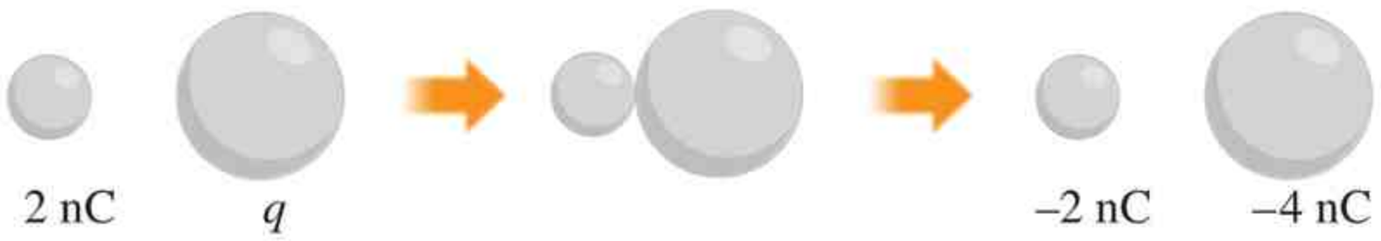
C. Obojętna elektrycznie metalowa kulka po zetknięciu z kulką naelektryzowaną ujemnie jest naładowana _____ .

D. W wyniku pocierania papierem elektrycznie obojętnego balonu papier elektryzuje się dodatnio, a balon _____ .

W wyniku pocierania dwa elektrycznie obojętne ciała elektryzują się ładunkami przeciwnych znaków. W wyniku zetknięcia ciała naelektryzowanego z nienaelektryzowanym oba uzyskują ładunek elektryczny tego samego znaku.

Przykład

Zetknięto metalową kulę, na której został zgromadzony ładunek 2 nC, z drugą naelektryzowaną metalową kulą o większym promieniu. Po ich rozłączeniu ładunek pierwszej kuli wynosił –2 nC, a drugiej –4 nC. **Oblicz** wartość ładunku, który znajdował się na drugiej kuli przed połączeniem kul.



Rozwiązanie:

Oznaczymy symbolem q ładunek drugiej kuli przed połączeniem kul. Korzystamy z zasady zachowania ładunku elektrycznego:

$$2\text{ nC} + q = -2\text{ nC} + (-4\text{ nC}), \text{ zatem } q = -8\text{ nC}.$$

Odpowiedź: Ładunek drugiej kuli przed zetknięciem był równy –8 nC.

4 **Przeanalizuj** przykład i **rozwiąż** zadanie. Zetknięto ze sobą dwie metalowe kule, na których początkowo były zgromadzone ładunki –3 nC oraz 5 nC. Po rozłączeniu ładunek pierwszej z kul wyniósł 0,5 nC. **Oblicz** ładunek, jaki po rozłączeniu miała druga kula.

Zapamiętaj!

- **Zasada zachowania ładunku elektrycznego**: w izolowanym układzie ciał całkowity ładunek elektryczny, czyli suma ładunków dodatnich i ujemnych, nie zmienia się.

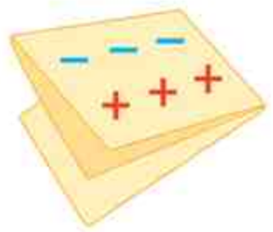
5 Elektryzowanie przez indukcję

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8KRVK

Na dobry początek

1 Na rysunku schematycznie przedstawiono ułożenie ładunków elektrycznych w niewielkim i początkowo nienaelektryzowanym przedmiocie wykonanym z przewodnika. Przedmiot ten znalazł się w pobliżu naelektryzowanej plastikowej linijki. Rozmieszczenie ładunku w przedmiocie jest wynikiem działania indukcji elektrostatycznej.





Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

a) Niewielki przedmiot będzie **A/ B** przez **C/ D** naelektryzowaną linijkę.

A. odpychany

B. przyciągany

C. dodatnio

D. ujemnie

Przypomnij sobie, kiedy ładunki elektryczne się przyciągają, a kiedy odpychają, oraz jakie ładunki mogą poruszać się w przewodnikach.

b) Na podstawie przedstawionego rozkładu ładunków elektrycznych można stwierdzić, że przedmiot oddziałujący elektrostatycznie z linijką mógł być **E/ F**, ponieważ w przewodnikach w wyniku indukcji elektrostatycznej **G/ H**.

E. skrawkiem papieru

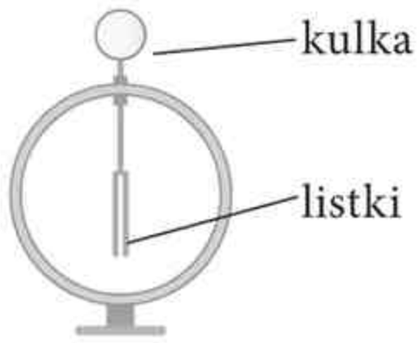
F. niewielkim fragmentem folii aluminiowej

G. następuje niewielkie rozsunięcie powłok elektronowych względem jądra

H. elektrony swobodne przemieszają się w jeden fragment ciała, wskutek czego jedna strona przedmiotu ma ładunek dodatni, a druga – ujemny

2 Rysunek przedstawia nienaelektryzowany elektroskop i dodatnio naelektryzowaną szklaną rurkę.
Co się stanie, kiedy rurkę zbliżymy do kulki elektroskopu (bez jej dotykania)?

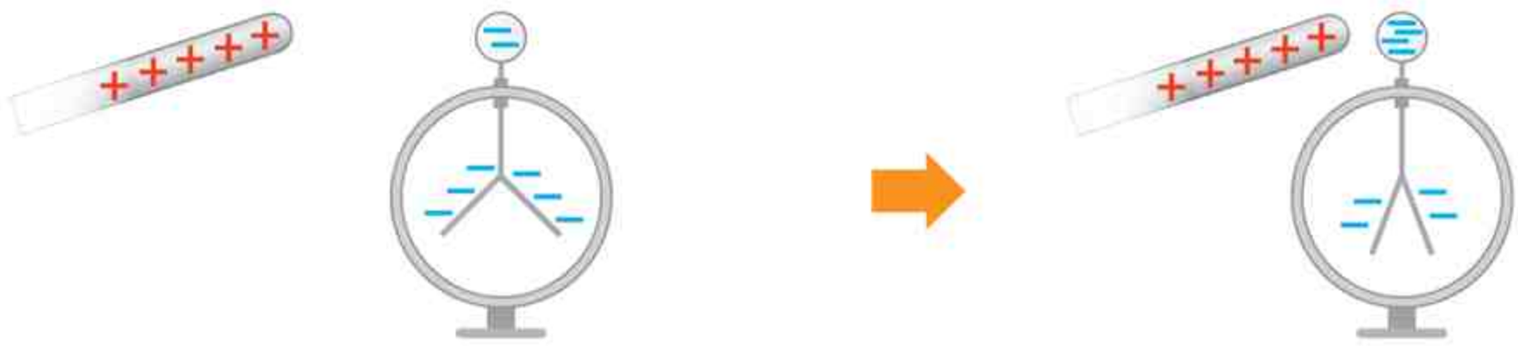




Wskaż poprawne uzupełnienie zdania i jego uzasadnienie.

Listki elektroskopu	**A.**	wychylą się,	ponieważ	**1.**	na kulce zgromadzą się ładunki dodatnie, a na listkach ujemne.
				2.	łączny ładunek znajdujący się na elektroskopie nadal wynosi 0.
	B.	nie wychylą się,		**3.**	na kulce zgromadzą się ładunki ujemne, a na listkach dodatnie.

3 Na poniższym rysunku zilustrowano, co dzieje się z listkami elektroskopu naładowanego ujemnie, kiedy zbliżymy do niego ciało naelektryzowane dodatnio (bez dotykania elektroskopu).

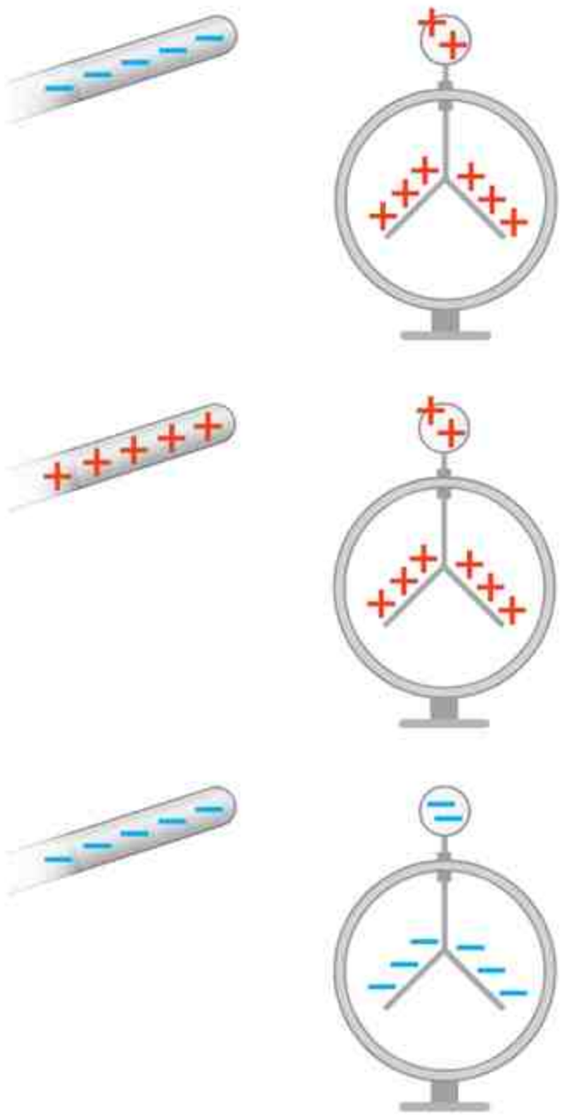


Zachowanie się listków elektroskopu można opisać następująco:

Jeżeli do ujemnie naelektryzowanego elektroskopu (bez jego dotykania) zbliżymy ciało naelektryzowane dodatnio, to *wychylenie listków elektroskopu zmniejszy się*, ponieważ *elektrony przemieszczą się na kulkę elektroskopu, więc na listkach będzie mniejszy ładunek ujemny.*

Na podstawie powyższego przykładu **uzupełnij** podobne zdania (I–III), **wybierając** literę oznaczającą odpowiednie stwierdzenie spośród A–F.

Uwaga. Stwierdzenia mogą się powtarzać i nie musisz wykorzystać wszystkich.



I. Jeżeli do dodatnio naładowanego elektroskopu (bez jego dotykania) zbliżymy ciało naelektryzowane ujemnie, to wychylenie listków elektroskopu **A/ B**, ponieważ elektrony przemieszczą się na **C/ D/ E/ F**.

II. Jeżeli do dodatnio naładowanego elektroskopu (bez jego dotykania) zbliżymy ciało naelektryzowane dodatnio, to wychylenie listków elektroskopu **A/ B**, ponieważ elektrony przemieszczą się na **C/ D/ E/ F**.

III . Jeżeli do ujemnie naładowanego elektroskopu (bez jego dotykania) zbliżymy ciało naelektryzowane ujemnie, to wychylenie listków elektroskopu **A/ B**, ponieważ elektrony przemieszczą się na **C/ D/ E/ F**.

A. zmniejszy się **B.** zwiększy się

C. kulkę elektroskopu, więc na listkach będzie większy ładunek dodatni

D. listki elektroskopu, więc na listkach będzie większy ładunek ujemny

E. listki elektroskopu, więc na listkach będzie większy ładunek dodatni

F. listki elektroskopu, więc na listkach będzie mniejszy ładunek dodatni

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

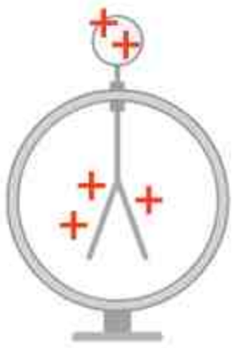
Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8H3WJ

Dla dociekliwych

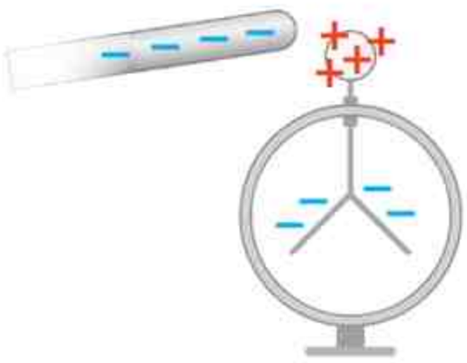
4 Przeprowadzono eksperyment, by przekonać się, że elektroskop da się trwale naelektryzować w wyniku indukcji elektrostatycznej.

Na poniższych rysunkach przedstawiono (w dowolnej kolejności) czynności, które należy w tym celu wykonać.

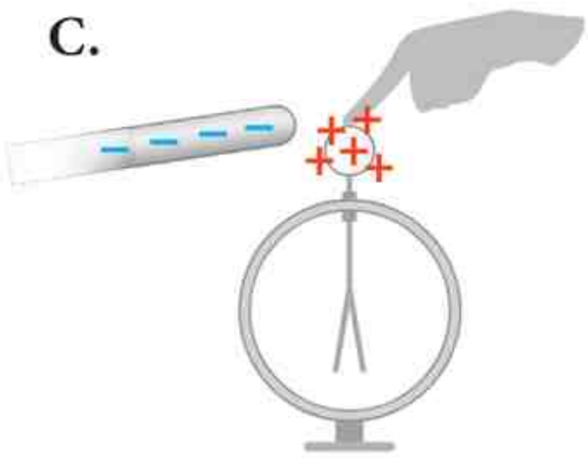
A.



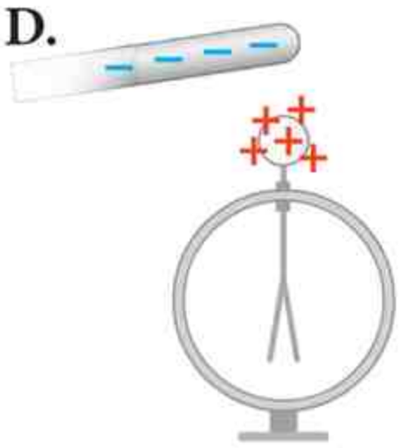
B.



C.



D.



Uporządkuj we właściwej kolejności poszczególne etapy eksperymentu przedstawione na rysunkach A–D, do rysunków dobierz podpisy I–IV.

I. Odsuwamy palec od kulki elektroskopu. Na kulce elektroskopu znajduje się teraz ładunek dodatni.

II. Odsuwamy od elektroskopu ujemnie naelektryzowane ciało, w wyniku czego część elektronów z listków napływa na kulkę. Teraz zarówno kulka, jak i listki elektroskopu są naelektryzowane dodatnio.

III. Przybliżamy do nienaładowanego elektroskopu ciało naelektryzowane ujemnie, w wyniku czego listki elektroskopu się wychylają.

IV. Po zbliżeniu naelektryzowanego ciała do elektroskopu uziemiamy elektroskop, dotykając jego kulki palcem. W wyniku tego dotknięcia (uziemienia) część elektronów z elektroskopu spływa poprzez nasze ciało do ziemi.

Kolejne etapy doświadczenia:

1. rysunek _____ – podpis _____

2. rysunek _____ – podpis _____

3. rysunek _____ – podpis _____

4. rysunek _____ – podpis _____

Zapamiętaj!

- Elektryzowanie ciał może się odbywać trzema sposobami: przez **pocieranie**, **dotyk**, **indukcję elektrostatyczną**.
- Elektryzowanie przez **indukcję elektrostatyczną** polega na zbliżaniu naelektryzowanego ciała do ciała elektrycznie obojętnego, co powoduje rozsunięcie ładunków elektrycznych w tym ciele.
- W **wyniku indukcji** elektrostatycznej obszar położony najbliżej elektryzowanego przedmiotu naelektryzuje się ładunkiem przeciwnym do zgromadzonego na zbliżonym przedmiocie, a pozostała część ciała naelektryzuje się ładunkiem tego samego znaku co na przedmiocie.

Dziennik laboratoryjny — Lewitacja elektrostatyczna — Temat 1

- **Cel:** Badanie zjawiska elektryzowania przez pocieranie.
- **Potrzebne będą:** rurka PCV o długości ok. 25–40 cm (ewentualnie plastikowa linijka o długości 50 cm lub balonik), woreczek foliowy, kawałek tkaniny (np. bawełniany szalik lub wełniana rękawiczka), nożyczki.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Z foliowego woreczka wytnij pętlę, odcinając przy górnej jego krawędzi pasek o szerokości ok. 3 cm (zdjęcie A).
2. Kawałkiem tkaniny potrzyj rurkę PCV, a pętlą – blat stołu (pętla powinna całkowicie przylgnąć do blatu).
3. Chwyć dwoma palcami brzeg pętli (zdjęcie B) i podrzuć ją wysoko.
4. Szybkim ruchem wsuń pod pętlę rurkę PCV. Staraj się utrzymać pętlę w powietrzu (zdjęcie C).
5. Poćwicz trochę i spróbuj utrzymać pętlę na stałej wysokości nad rurką.
6. Co można powiedzieć o znakach ładunków zgromadzonych na rurce i na pętli?

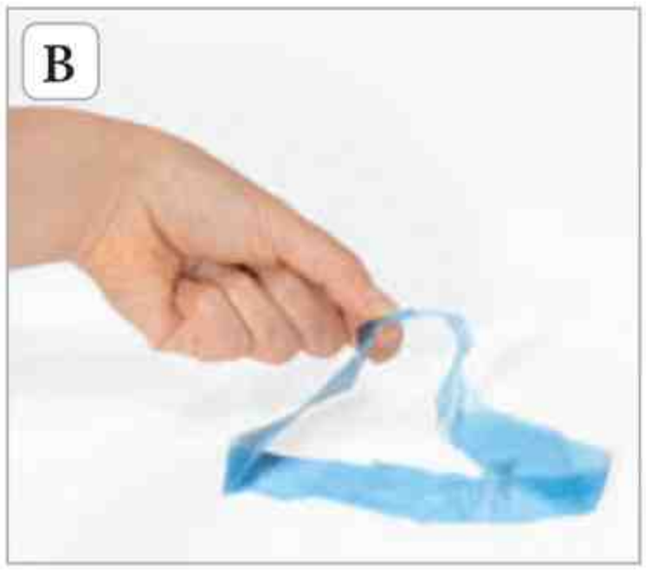
7. Czy można oszacować siłę elektrostatyczną działającą na pętlę, która znajduje się na stałej wysokości nad rurką? Jeśli tak – napisz, jakie czynności należałoby w tym celu wykonać, jeśli nie – napisz dlaczego.

8*. Czy można wyznaczyć przybliżony ładunek zgromadzony na pętli? Odpowiedź uzasadnij.

A



B



C



Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F8D52Y

E

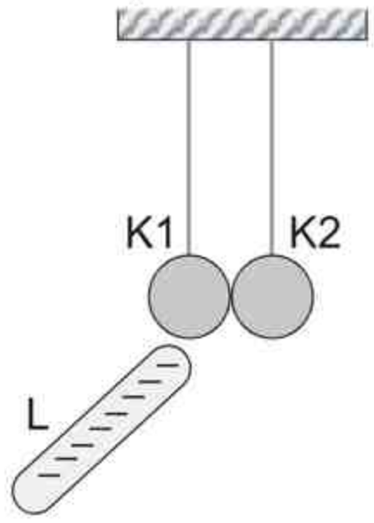
Sposób na zadanie

Wnioskowanie na podstawie wyników doświadczeń

Zadanie 16. Oddziaływanie elektrostatyczne CKE Wrzesień 2020

Uczniowie badali oddziaływanie elektrostatyczne. W tym celu wykonali doświadczenie, w którym użyli bardzo lekkich kulek K1 i K2 o metalowej powłoce, zawieszonych na izolujących nitkach. Obie kulki początkowo były nienaładowane elektrycznie. Oprócz kulek użyto laski L z tworzywa sztucznego, którą naelektryzowano ujemnie poprzez pocieranie jej wełnianą tkaniną.

Rysunek 1.



Doświadczenie

Kulki zawieszono tak, że dotykały się wzajemnie (bez naciskania). Następnie kulkę K1 delikatnie dotknięto naelektryzowaną laską L. Po dotknięciu kulki laską uczniowie obserwowali zachowanie się kulek. Rysunek 1. przedstawia sytuację tuż przed dotknięciem.

Zadanie 16.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Podczas elektryzowania laski poprzez pocieranie jej wełnianą tkaniną

A. elektrony przeszły z laski do tkaniny.

B. elektrony przeszły z tkaniny do laski.

C. ładunki dodatnie przeszły z laski do tkaniny.

D. ładunki dodatnie przeszły z tkaniny do laski.

Rozwiązanie:

Gdy ciało jest elektryzowane przez pocieranie, z jednego ciała na drugie przemieszczają się elektrony, czyli cząstki mające ładunki ujemne. Z treści zadania wynika, że laska w wyniku potarcia wełnianą tkaniną naelektryzowała się ujemnie, a przed pocieraniem była elektrycznie obojętna. Podczas pocierania laski wełnianą tkaniną zwiększyła się więc liczba elektronów na powierzchni laski. Elektrony te przeszły z tkaniny do laski.

Odpowiedź: Zaznaczamy B.

Ważne!

- W wyniku elektryzowania przez dotyk oraz przez pocieranie między ciałami przepływają elektrony, czyli cząstki mające ładunek ujemny.
- W wyniku elektryzowania przez pocieranie dwóch początkowo elektrycznie obojętnych ciał elektryzują się one ładunkami przeciwnego znaku.
- W wyniku zetknięcia ciała naelektryzowanego z ciałem nienaelektryzowanym oba elektryzują się ładunkiem tego samego znaku co znak ładunku zgromadzonego na ciele początkowo naelektryzowanym.
- W przewodnikach elektrony mogą się swobodnie przemieszczać, dlatego dotknięcie metalowego przedmiotu naelektryzowanym ciałem sprawia, że ładunek elektryczny rozprzestrzenia się na całej powierzchni przewodnika.
- Ładunki tych samych znaków się odpychają, natomiast przeciwnych znaków – się przyciągają.

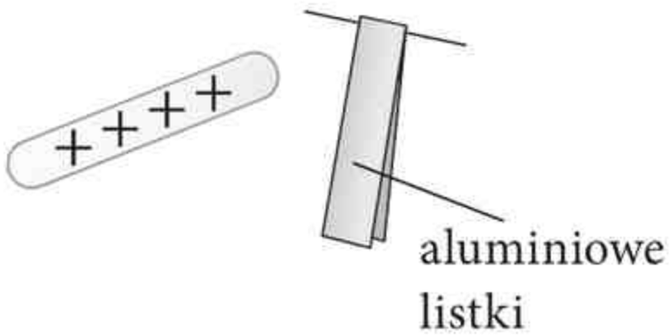
E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F8FKJV

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Szklaną, początkowo nienaelektryzowaną rurkę potarto jedwabną tkaniną. W wyniku tego rurka naelektryzowała się dodatnio. Następnie rurką dotknięto paska folii aluminiowej tworzącego dwa listki zaczepione na plastikowym nieprzewodzącym patyczku, jak na rysunku poniżej.



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W opisanej sytuacji najpierw

A. elektrony przemieściły się z rurki na tkaninę, a następnie z rurki na listki.

B. elektrony przemieściły się z rurki na tkaninę, a następnie z listków na rurkę.

C. elektrony przemieściły się z tkaniny na rurkę, a następnie z rurki na listki.

D. elektrony przemieściły się z tkaniny na rurkę, a następnie z listków na rurkę.

Informacje do zadań 2 i 3.

Wiktoria, badając elektryzowanie ciał przez tarcie, pocierała suchą gazetą plastikową rurkę do momentu, aż zaczęła słyszeć charakterystyczne trzaski. Następnie dotknęła rurką elektrycznie obojętnego elektroskopu.

2. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Jeżeli znamy znak ładunku elektrycznego rurki, możemy określić znak ładunku elektrycznego gazety, którą Wiktoria pocierała rurkę.	P	F
2.	Potarta gazetą rurka zbliżona do tej gazety będzie ją przyciągać.	P	F
3.	Rurka po dotknięciu do elektroskopu całkowicie się rozładuje.	P	F

3. Wskaż poprawne uzupełnienia zdań.

Elektroskop po zetknięciu z rurką uzyskał ładunek **A/ B** rurka. W wyniku dotknięcia rurką listki elektroskopu **C/ D/ E**.

A. takiego samego znaku jak

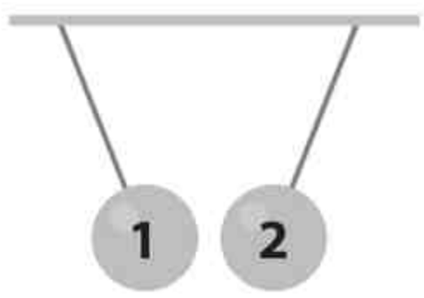
B. przeciwnego znaku niż

C. wychyliły się

D. opadły

E. nie zmieniły wychylenia

4. Dwie piłeczki pingpongowe owinięto folią aluminiową i zawieszono na nieprzewodzących niciach.



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Jeżeli piłeczki zachowują się tak jak na rysunku, to

A. obie piłeczki mogą być naelektryzowane ładunkami elektrycznymi przeciwnych znaków.

B. piłeczka 2 może być naelektryzowana ujemnie, a piłeczka 1 nienaelektryzowana.

C. obie piłeczki mogą być naelektryzowane ładunkami takich samych znaków.

D. piłeczka 1 może być naelektryzowana dodatnio, a piłeczka 2 nienaelektryzowana.

II. Prąd elektryczny

6 Prąd elektryczny. Napięcie elektryczne i natężenie prądu

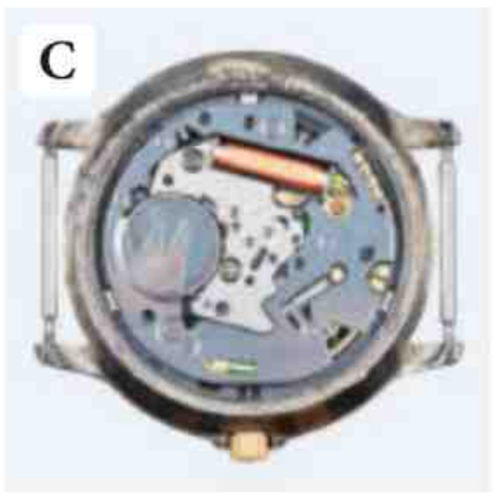
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F81WWL

Na dobry początek

1 **Dopasuj** wartości natężenia prądu elektrycznego: 2 μA, 50 mA, 9 A, 147 A do urządzeń przedstawionych na zdjęciach. **Wpisz** wartości pod zdjęciami.









_____ _____ _____ _____

Dodatek mat. 2 pod kodem QR

2 **Przelicz** jednostki napięcia.

a) 25 mV = _____ V

b) 115 mV = _____ V

c) 0,03 V = _____ mV

d) 1,25 V = _____ mV

e) 20 kV = _____ V

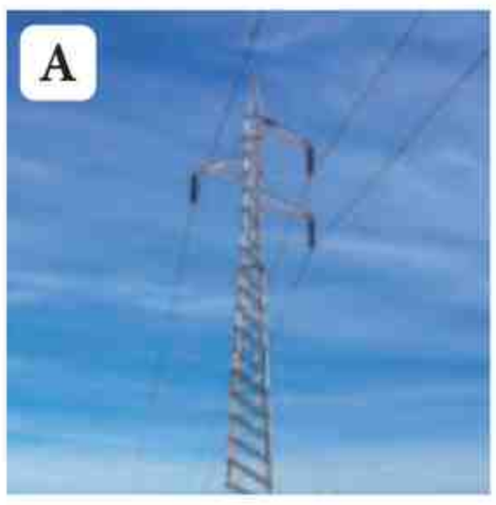
f) 750 kV = _____ V

g) 25 000 V = _____ kV

h) 1 250 V = _____ kV

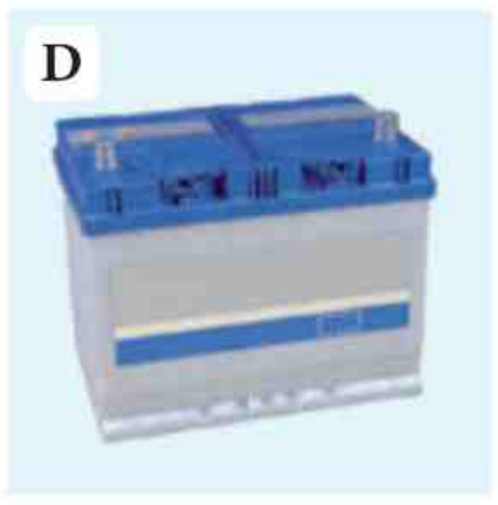
3 **Podpisz** zdjęcia odpowiednimi wartościami napięcia podanymi w ramce poniżej.
Uwaga. Nie wszystkie wartości napięcia będą wykorzystane.

230 V • 5 mV • 12 V • 110 kV • 1,5 V









_____ _____ _____ _____

4 **Wpisz** do tabeli litery odpowiadające określeniom, które pasują do terminów: prąd elektryczny, napięcie elektryczne. **Uwaga.** Niektóre określenia mogą pasować do obu kolumn tabeli.

Prąd elektryczny	Napięcie elektryczne

A. Jednostką jest wolt.

B. To zjawisko fizyczne.

C. Jednostką jest kulomb.

D. To wielkość fizyczna.

E. Jest to uporządkowany ruch ładunków elektrycznych.

F. Określa ilość energii elektrycznej potrzebnej do przeniesienia jednostkowego ładunku w obwodzie między dwoma punktami.

G. Nie występuje, jeśli napięcie jest równe 0.

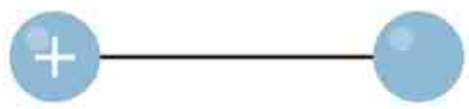
5 Dwie identyczne metalowe kule, naelektryzowane tak jak na poniższych rysunkach, połączono cienkim drutem wykonanym z przewodnika. **Ustal**, w którą stronę zaczęły przemieszczać się elektrony po połączeniu kul, a w którą stronę popłynął prąd w przewodzie łączącym kule. **Wpisz** w puste miejsca L, jeśli prąd płynie w *lewo*, lub P – jeśli płynie w *prawo*.

A.



Elektrony popłynęły w _____, natomiast prąd popłynął w _____.

B.



Elektrony popłynęły w _____, natomiast prąd popłynął w _____.

C.



Elektrony popłynęły w _____, natomiast prąd popłynął w _____.

6 **Zamień** jednostki czasu i **oblicz** natężenie prądu płynącego przez dane urządzenie.

Karta wzorów, s. 123

Urządzenie	Czas t pracy urządzenia	Przepływający ładunek elektryczny q	Natężenie prądu
	15 min = 900 s	360 C	$I = \frac{360\ \text{C}}{900\ \text{s}} = ____\ \text{A}$
	30 min = _____ s	45 C	$I = \frac{____\ \text{C}}{____\ \text{s}} = ____\ \text{A}$
	3 h = _____ min = = _____ s	2808 C	$I = \frac{____\ \text{C}}{____\ \text{s}} = ____\ \text{A}$

7 Jonoforeza to zabieg medyczny polegający na wprowadzaniu pod skórę pacjenta leków przy wykorzystaniu przepływu prądu elektrycznego o niewielkim natężeniu (patrz zdjęcie).

Oblicz, jaki ładunek elektryczny przepłynął przez ciało pacjenta, jeżeli zabieg jonoforezy trwał 10 minut, a natężenie prądu było równe 1,5 mA.



Zamień jednostki czasu i natężenia prądu na jednostki układu SI.
Ładunek wyznacz ze wzoru: $I = \frac{q}{t}$.

8 Podczas przekręcania kluczyka w stacyjce przy uruchamianiu silnika samochodu przez krótką chwilę pracuje rozrusznik, który wprawia w ruch silnik. W tym czasie przez obwód rozrusznika płynie prąd o bardzo dużym natężeniu, rzędu kilkuset amperów.

Oblicz czas pracy rozrusznika po przekręceniu kluczyka w stacyjce i włączeniu obwodu, jeżeli przepłynął przez niego prąd o natężeniu 200 A, a z akumulatora wypłynął w tym czasie ładunek elektryczny 160 C.



Czas t wyznacz ze wzoru: $I = \frac{q}{t}$.

Jest na to sposób! **Przekształcenie wzoru**

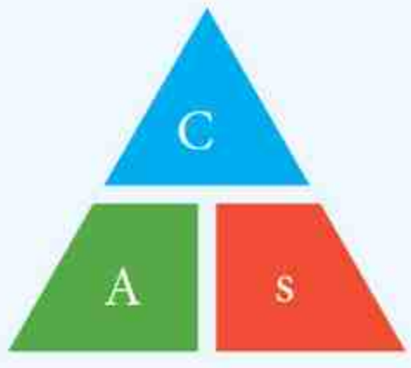
- Narysuj trójkąt i podziel go na trzy części.
- Uzupełnij powstałe pola figury tak jak na schemacie.
- Zakryj szukaną wielkość, a pozostałe dwie wielkości wraz z odpowiednią linią utworzą przekształcony wzór.



$Q = I \cdot t$

$I = \frac{Q}{t}$

$t = \frac{Q}{I}$



$C = A \cdot s$

$s = \frac{C}{A}$

$A = \frac{C}{s}$

Metodę trójkąta można stosować również do przekształcania jednostek.

Przykład

Na obudowie akumulatora często podawana jest jego pojemność. Pojemność 1 Ah (jednej amperogodziny) oznacza, że zgromadzony w akumulatorze ładunek pozwala czerpać prąd o natężeniu 1 ampera przez 1 godzinę. Ładunek takiego akumulatora wynosi więc:

$$q = 1\ \text{A} \cdot 1\ \text{h} = 1\ \text{A} \cdot 3600\ \text{s} = 3600\ \text{C}.$$

a) Pojemność akumulatora telefonu komórkowego wynosi 2400 mAh. Podczas trybu czuwania telefon pobiera prąd o natężeniu 25 mA. Oblicz czas działania tego telefonu w trybie czuwania, jeżeli początkowo akumulator był w pełni naładowany.

Dane:

$q = 2400\ \text{mAh}$

$I = 25\ \text{mA}$

Szukane:

$t = ?$

Sposób I

Aby telefon działał 1 godzinę, z akumulatora musiałby być pobierany prąd o natężeniu 2400 mA.

W trybie czuwania natężenie wynosi jedynie 25 mA, czyli jest:

$$2400\ \text{mA} : 25\ \text{mA} = 96 \text{ razy mniejsze.}$$

Oznacza to, że telefon będzie działał 96 razy dłużej, czyli 96 godzin.

Sposób II

Ładunek zgromadzony w baterii jest równy:

$$q = 2400\ \text{mAh} = 2400\ \text{mA} \cdot 1\ \text{h} = 2{,}4\ \text{A} \cdot 3600\ \text{s} = 8640\ \text{C}.$$

Jeżeli natężenie prądu podczas czuwania wynosi 25 mA, to wystarczy na:

$$t = \frac{q}{I} = \frac{8640\ \text{C}}{0{,}025\ \text{A}} = 345\,600\ \text{s}$$

$$t = 345\,600 \cdot \frac{1}{3600}\ \text{h} = 96\ \text{h pracy}.$$

Odpowiedź: Telefon będzie działał w trybie czuwania 96 godzin.

b) Ten sam telefon podczas intensywnego użytkowania z włączoną nawigacją i głośnikiem działa jedynie 3 godziny. Oblicz natężenie prądu czerpanego z akumulatora.

Dane:

$q = 2400\ \text{mAh}$

$t = 3\ \text{h}$

Szukane:

$I = ?$

Sposób I

Aby telefon działał 1 godzinę, natężenie prądu musiałoby wynosić:

$$2400\ \text{mA} = 2{,}4\ \text{A}.$$

Telefon działa 3 razy dłużej, natężenie prądu jest więc 3 razy mniejsze i wynosi:

$$2{,}4\ \text{A} : 3 = 0{,}8\ \text{A}.$$

Sposób II

Ładunek zgromadzony w akumulatorze jest równy:

$$q = 2400\ \text{mAh} = 2400\ \text{mA} \cdot 1\ \text{h} = 2{,}4\ \text{A} \cdot 3600\ \text{s} = 8640\ \text{C}.$$

Telefon działa 3 h, czyli:

$$3 \cdot 3600\ \text{s} = 10\,800\ \text{s}.$$

Natężenie prądu jest więc równe:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{8640\ \text{C}}{10\,800\ \text{s}} = 0{,}8\ \text{A}.$$

Odpowiedź: Natężenie prądu płynącego przez telefon wynosi 0,8 A.

9 **Przeanalizuj** przykład ze strony 24 i **rozwiąż** zadania.

a) Akumulator w laptopie Piotrka ma pojemność 5200 mAh. W trybie czuwania natężenie prądu płynącego przez baterię wynosi 0,4 A. **Oblicz** czas działania laptopa w trybie czuwania.

b) Gdy Piotrek intensywnie używa laptopa, baterii starcza jedynie na 1 h 20 min pracy. **Oblicz** natężenie prądu czerpanego z akumulatora podczas jego intensywnego używania.

Dla dociekliwych

10 Gęstość prądu to stosunek natężenia prądu przepływającego przez poprzeczny przekrój przewodnika do pola powierzchni przekroju tego przewodnika: $j = \frac{I}{S}$. Jednostką gęstości prądu w układzie SI jest $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{m}^2}$. **Oblicz**, jaka jest gęstość prądu w przewodzie elektrycznym o promieniu $r = 0{,}5$ mm, jeżeli prąd płynący przez ten przewód ma natężenie 0,25 A.

Wzór na pole koła ma postać:
$P = \pi \cdot r^2$,
gdzie: $\pi \approx 3{,}14$, a r to promień koła.

Zapamiętaj!

- **Natężenie prądu elektrycznego** to iloraz ładunku elektrycznego q i czasu t, w którym ten ładunek przepłynął przez poprzeczny przekrój przewodnika: $I = \frac{q}{t}$.
- Jednostką natężenia prądu jest **amper** (1 A).
- Przez przewodnik przepływa prąd o natężeniu jednego ampera, jeśli w ciągu jednej sekundy przez poprzeczny przekrój przewodnika przepływa ładunek jednego kulomba: $1\,\mathrm{A} = \frac{1\,\mathrm{C}}{1\,\mathrm{s}}$.
- **Napięcie elektryczne** to wielkość określająca ilość energii potrzebnej do przeniesienia jednostkowego ładunku między dwoma punktami: $U = \frac{\Delta E}{q}$.
- Jednostką napięcia elektrycznego jest **wolt** $\left(1\,\mathrm{V} = \frac{1\,\mathrm{J}}{1\,\mathrm{C}}\right)$.

7 Pomiar natężenia prądu i napięcia elektrycznego

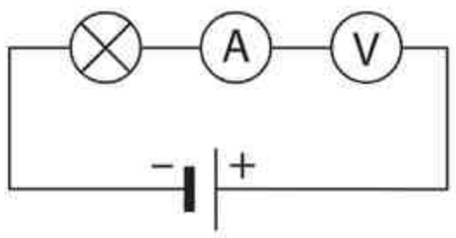
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8E47Z

Na dobry początek

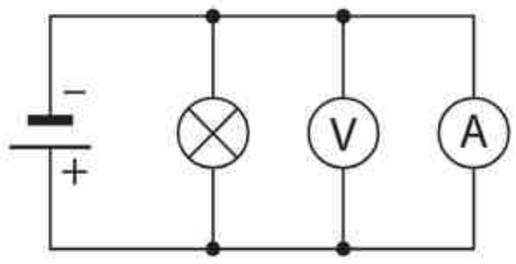
1 **Wskaż** takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

Poprawne podłączenie mierników elektrycznych podczas pomiaru napięcia na żarówce i natężenia płynącego przez nią prądu przedstawiono na schemacie **A/ B/ C/ D**, ponieważ woltomierz należy podłączyć do badanego elementu elektrycznego **E/ F**, a amperomierz należy podłączyć **E/ F**.

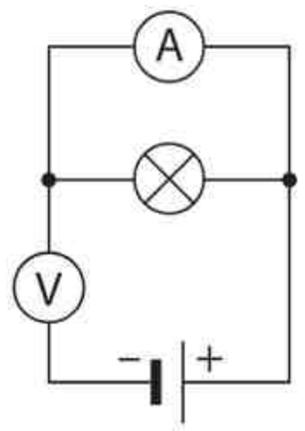
A.



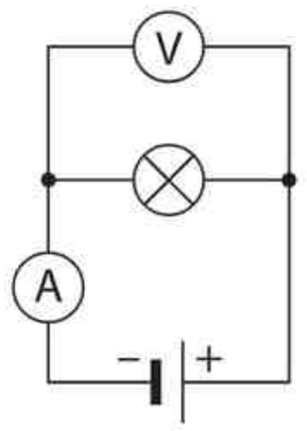
B.



C.



D.

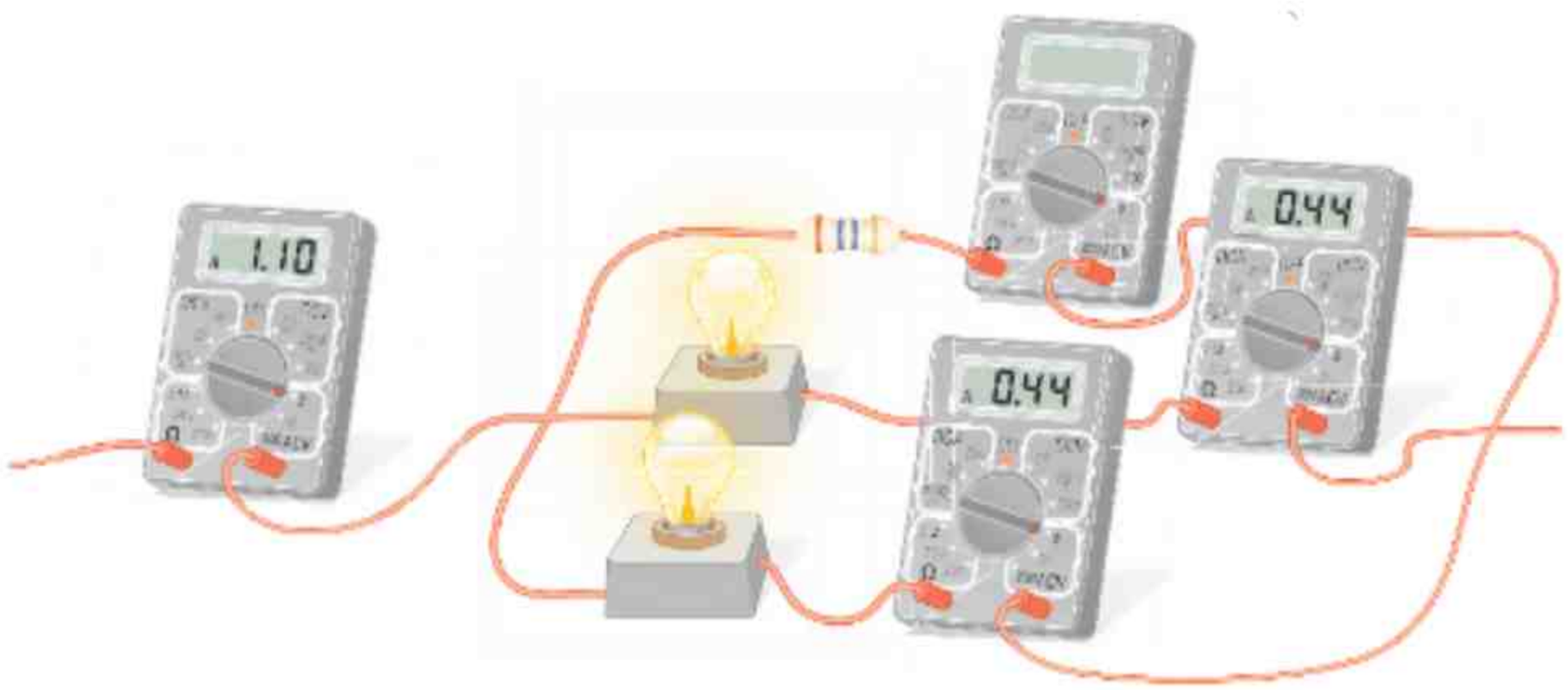


E. równolegle

F. szeregowo

Karta wzorów, s. 123

2 Poniżej przedstawiono fragment obwodu elektrycznego wraz z podłączonymi miernikami. **Oblicz** natężenie prądu, które wskazuje miernik połączony z opornikiem.

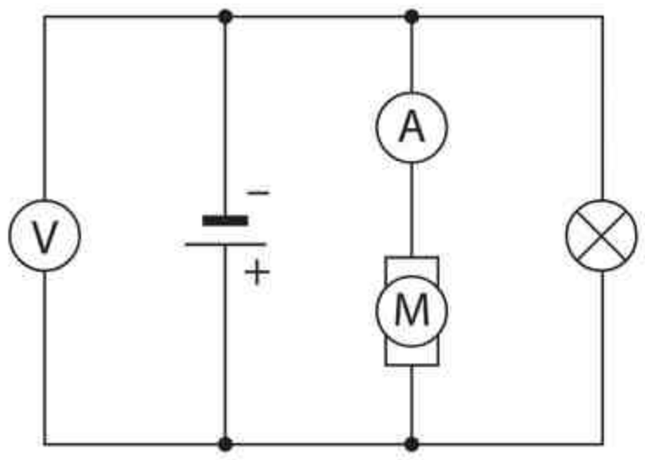


W połączeniu równoległym prąd z głównego przewodu rozdziela się na części płynące przez poszczególne odbiorniki.

Przykład

Narysuj schemat obwodu elektrycznego składającego się z silnika i żarówki, które są podłączone równolegle do baterii. Do obwodu włączone są także amperomierz, który mierzy natężenie prądu płynącego przez silnik, oraz woltomierz mierzący napięcie na baterii.

Rozwiązanie:



M – symbol graficzny silnika

– symbol graficzny węzła

Sposób łączenia elementów obwodu, gdy elementy są wpięte między tę samą parę węzłów, nosi nazwę połączenia równoległego.

3 Na podstawie przykładu **narysuj** schematy, tak aby przedstawiały:

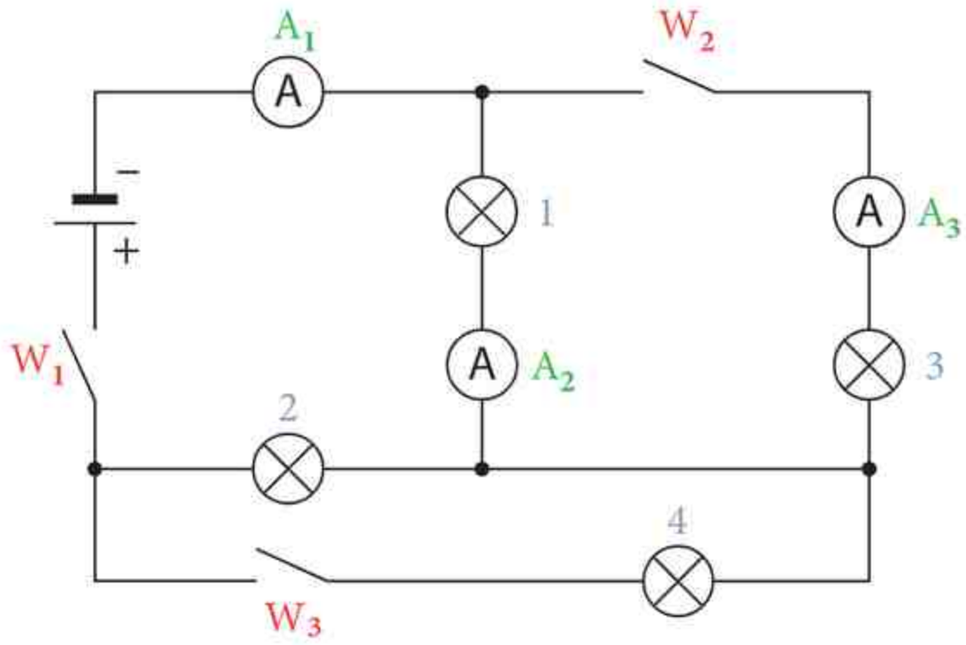
a) żarówkę i silnik połączone szeregowo z baterią, woltomierz mierzący napięcie na żarówce oraz amperomierz mierzący natężenie prądu płynącego w obwodzie.

b) dwie żarówki podłączone równolegle do baterii, woltomierz mierzący napięcie na baterii oraz dwa amperomierze mierzące natężenie prądu płynącego przez każdą z żarówek.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8YTU9

4 **Przeanalizuj** schemat obwodu elektrycznego zamieszczony poniżej i **zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.



Prąd elektryczny płynie w obwodzie, jeżeli obwód jest zamknięty i jest w nim źródło napięcia elektrycznego (np. bateria).

W połączeniu równoległym prąd z głównego przewodu rozdziela się na części płynące przez poszczególne odbiorniki.

1.	Jeżeli wyłącznik W_1 jest zamknięty, a W_2 i W_3 są otwarte, to prąd płynie jedynie przez żarówki 1 i 2.	P	F
2.	Jeżeli wyłączniki W_1 i W_2 są zamknięte, a W_3 jest otwarty, to suma natężeń prądu płynącego przez amperomierze A_2 i A_3 jest równa natężeniu prądu płynącego przez amperomierz A_1.	P	F
3.	Jeżeli wyłącznik W_1 jest zamknięty, a W_2 i W_3 są otwarte, to amperomierze A_1 i A_2 wskazują różne natężenia prądu.	P	F
4.	Jeżeli wyłącznik W_2 jest zamknięty, a W_1 i W_3 otwarte, to amperomierze A_2 i A_3 wskazują natężenia prądu różne od zera.	P	F
5.	Żeby prąd popłynął we wszystkich żarówkach (1, 2, 3 i 4), konieczne jest zamknięcie wszystkich włączników (W_1, W_2 i W_3).	P	F

Dla dociekliwych

5 Paweł miał bardzo mało przewodów, dlatego zbudował obwód przedstawiony na zdjęciu obok. **Narysuj** schemat tego obwodu.



Zapamiętaj!

- W obwodzie elektrycznym prąd płynie tylko wtedy, gdy między biegunami źródła energii elektrycznej jest napięcie, a obwód jest zamknięty.
- **Amperomierz** do obwodu prądu elektrycznego włącza się szeregowo.
- **Woltomierz** włącza się do obwodu równolegle z elementem, na którego zaciskach ma być mierzone napięcie.

8 Opór elektryczny

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F83S69

Na dobry początek

1 Zbudowano prosty obwód składający się z amperomierza (pomiar w mA), baterii R20 (1,5 V) oraz domowego sprzętu AGD przeznaczonego do pracy pod napięciem sieciowym 230 V. **Uzupełnij** zdania i **wykreśl** niepotrzebne fragmenty, tak aby stwierdzenia były prawdziwe.

Nie musisz wykonywać dokładnych obliczeń, skorzystaj tylko z definicji oporu elektrycznego.

A.



B.



C.



Największy opór elektryczny miało urządzenie na zdjęciu _____ , ponieważ przy takim samym *napięciu/ natężeniu* miernik uniwersalny wskazał *najmniejszą/ największą* wartość *napięcia/ natężenia*.

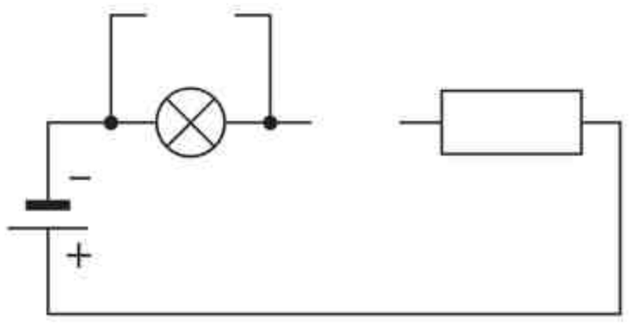
Najmniejszy opór elektryczny miało urządzenie na zdjęciu _____ , ponieważ przy takim samym *napięciu/ natężeniu* miernik uniwersalny wskazał *najmniejszą/ największą* wartość *napięcia/ natężenia*.

2 **Uzupełnij** tabelę, wykonując potrzebne obliczenia.

Karta wzorów, s. 124

Napięcie U przyłożone do opornika	Natężenie I prądu płynącego przez opornik	Opór elektryczny R
3 V	150 mA = 0,15 A	$R = \frac{3\ \text{V}}{0{,}15\ \text{A}} = 20\ \Omega$
250 mV = _____ V	20 mA = _____ A	$R = \frac{_____\ \text{V}}{_____\ \text{A}} =$ _____ Ω
1,5 V	60 μA = _____ A	$R =$ _____
12 kV = _____	0,4 A	$R =$ _____
2 MV = _____	4 kA = _____	$R =$ _____

3 **Uzupełnij** schemat symbolami amperomierza oraz woltomierza, tak aby można było wyznaczyć opór elektryczny żarówki. Następnie **wybierz** poprawne dokończenie zdania.



Karta wzorów, s. 123

Żeby otrzymać poprawną wartość oporu elektrycznego żarówki, należy uzyskane wyniki wyrazić w jednostkach układu SI (woltach i amperach), a następnie

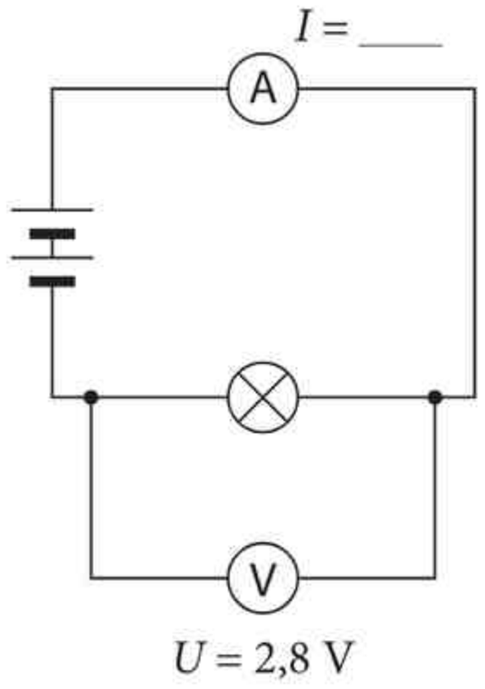
A. podzielić wskazania amperomierza przez wskazania woltomierza.

B. podzielić wskazania woltomierza przez wskazania amperomierza.

C. pomnożyć wskazania woltomierza przez wskazania amperomierza.

4 **Oblicz** natężenie prądu, które wskaże amperomierz, jeżeli wiadomo, że opór elektryczny jednej żarówki przy zasilaniu napięciem 2,8 V wynosi 7 Ω.





Jest na to sposób! **Szacowanie wyniku**

Jeżeli opór elektryczny diody LED wynosi 29,8 Ω, gdy płynie przez nią prąd o natężeniu 0,39 A, to przyłożone do niej napięcie jest równe

A. 15,2 V. **B.** 1,17 V. **C.** 11,6 V. **D.** 7,22 V.

Napięcie jest iloczynem natężenia prądu i oporu elektrycznego: $U = I \cdot R$.

$$U = 0{,}39\ \text{A} \cdot 29{,}8\ \Omega \approx 0{,}4\ \text{A} \cdot 30\ \Omega \approx 12\ \text{V}$$

ok. 0,40 A ok. 30 Ω

Tylko jedna odpowiedź jest zbliżona do 12 V, jest to 11,6 V, czyli odpowiedź C.

Uwaga. Mogliśmy wykonać takie szacowanie, ponieważ wyniki A–D nie są zbliżone.

5 **Oszacuj** wynik i **wybierz** poprawną odpowiedź.

Jeżeli opór elektryczny żarówki w reflektorze samochodowym wynosi 2,8 Ω, to gdy płynie przez nią prąd o natężeniu 4,3 A, przyłożone do żarówki napięcie wynosi

A. 12,04 V. **B.** 1,21 V. **C.** 0,73 V. **D.** 8,11 V.

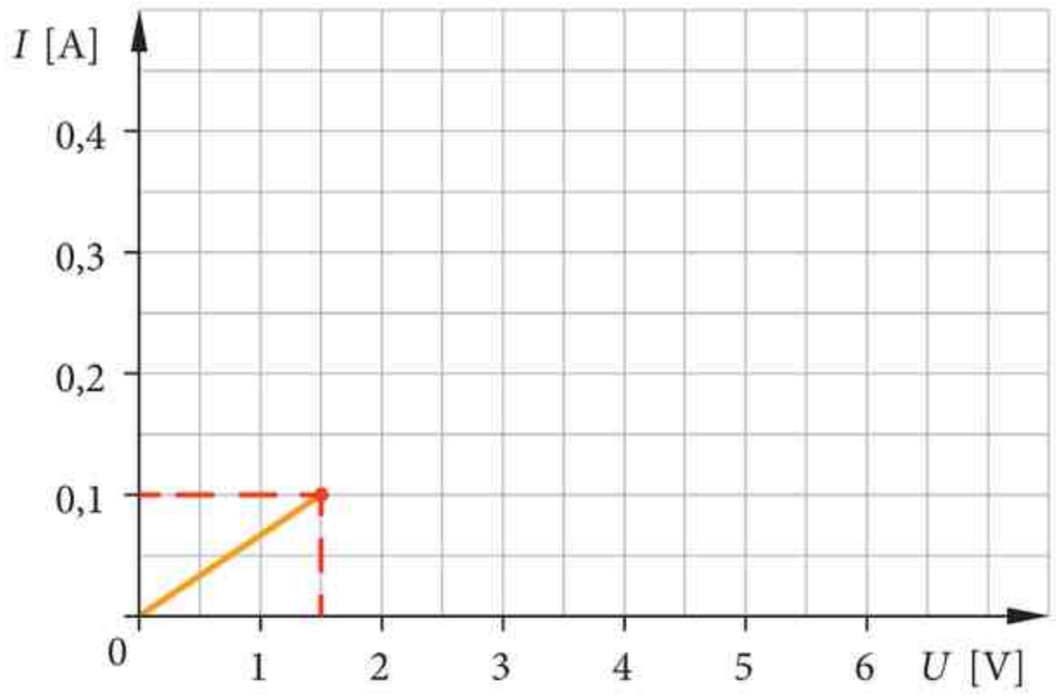
6 Przy użyciu zestawu z pracowni fizycznej uczniowie zbudowali obwód elektryczny. Aby zbadać zależność napięcia przyłożonego do opornika od natężenia prądu płynącego przez ten opornik, w obwód włączali kolejno jedną, dwie, trzy oraz cztery baterie 1,5 V. Woltomierzem mierzyli napięcie na oporniku, a amperomierzem natężenie prądu płynącego przez opornik.

a) **Uzupełnij** tabelę sporządzoną przez uczniów. Załóż, że dla opornika w zakresie wykonanych przez uczniów pomiarów napięcie jest wprost proporcjonalne do natężenia.

Napięcie przyłożone do opornika [V]	1,5	3	4,5	6
Natężenie prądu płynącego przez opornik [A]	0,1	0,2	_____	_____

b) Na podstawie danych z powyższej tabeli **zaznacz** odpowiednie punkty i **dokończ** rysowanie wykresu zależności natężenia prądu od napięcia.

c) **Oblicz** opór tego opornika.

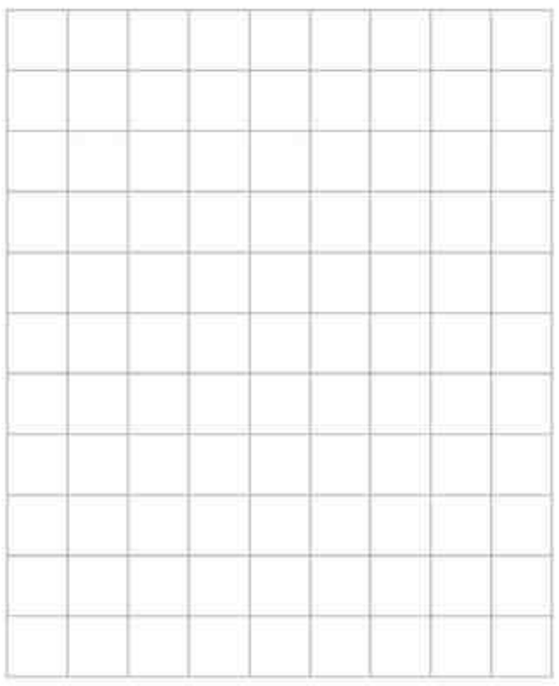


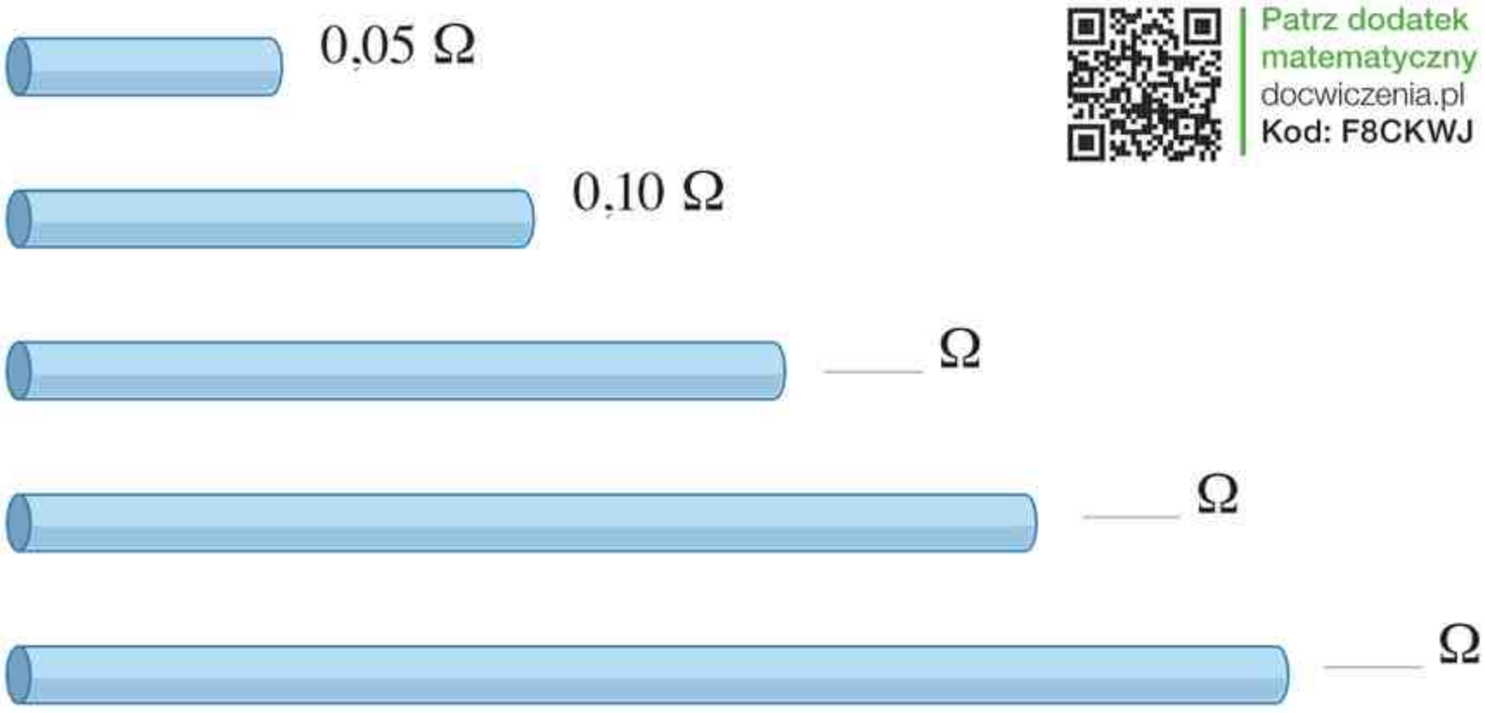
7 Filip dysponował tylko jednym miernikiem uniwersalnym, przewodami elektrycznymi oraz baterią 1,5 V. Miał za zadanie wyznaczyć opór elektryczny spirali grzejnika elektrycznego, gdy spirala nie jest rozgrzana.

Poniżej wymieniono czynności, które Filip mógł wykonać podczas doświadczenia. **Wpisz** X przy czynnościach, które są zbędne lub niepoprawne.

Odczytanie i zapisanie wskazania amperomierza.		Połączenie miernika jako amperomierza z samą baterią.	
Ustawienie woltomierza na odpowiedni zakres i prawidłowe podłączenie przewodów do miernika.		Podzielenie zmierzonego napięcia wyrażonego w woltach przez zmierzone natężenie wyrażone w amperach.	
Podłączenie miernika jako woltomierza równolegle do baterii i grzejnika.		Podłączenie miernika jako amperomierza równolegle do baterii i grzejnika.	
Przełączenie wyłącznika grzejnika na pozycję „włączony”.		Odczytanie i zapisanie wskazania woltomierza.	
Podłączenie miernika jako woltomierza szeregowo do baterii i grzejnika.		Połączenie miernika jako amperomierza szeregowo do baterii i grzejnika.	
Ustawienie amperomierza na odpowiedni zakres i prawidłowe podłączenie przewodów do miernika.		Podzielenie zmierzonego natężenia wyrażonego w amperach przez zmierzone napięcie wyrażone w woltach.	

8 Opór elektryczny przewodnika o stałym przekroju jest wprost proporcjonalny do jego długości (ile razy dłuższy przewodnik, tyle razy większy jego opór). Poniżej narysowano z zachowaniem skali kilka przewodników o **takim samym** przekroju, wykonanych z **tego samego** metalu. Przy dwóch pierwszych przewodnikach podano ich opór elektryczny. **Zmierz** długości trzech pozostałych przewodników na rysunku, a następnie **oblicz** i **zapisz** ich opór.



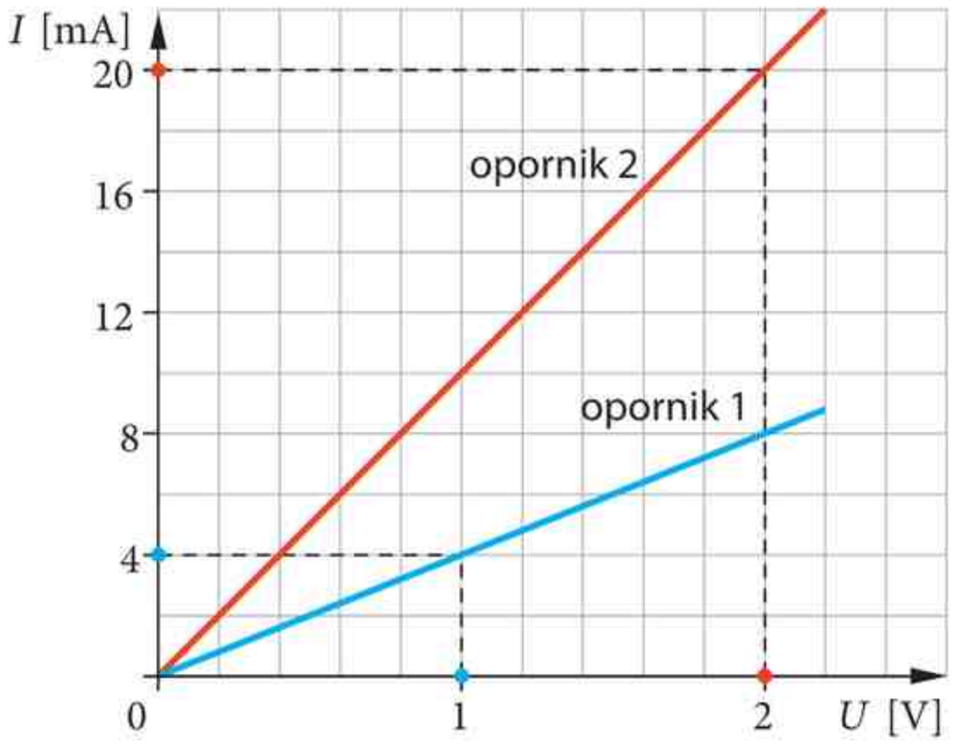


Patrz dodatek matematyczny
docwiczenia.pl
Kod: F8CKWJ

Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego na s. 45.

Przykład

Na podstawie wykresu zależności natężenia od napięcia wykonaj polecenia.



a) Oblicz opór elektryczny oporników 1 i 2.

b) Określ, jakie napięcie należy przyłożyć do opornika 1, aby popłynął przez niego prąd o natężeniu 20 mA.

Rozwiązanie:

a) Z wykresu odczytujemy natężenie prądu płynącego przez opornik przy danym napięciu. Wybieramy punkt, dla którego łatwo odczytać wartości, np. przy napięciu 1 V przez opornik 1 płynie prąd o natężeniu 4 mA.

Zamieniamy mA (miliampery) na A (ampery):

$$4\ \text{mA} = 0{,}004\ \text{A}.$$

Podstawiamy odczytane dane do wzoru:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Skoro przy napięciu 1 V płynie prąd o natężeniu 0,004 A, to opór opornika 1 wynosi:

$$R = \frac{1\ \text{V}}{0{,}004\ \text{A}} = 250\ \Omega.$$

Podobnie postępujemy w przypadku opornika 2. Z wykresu odczytujemy potrzebne dane, np. prąd o natężeniu 20 mA popłynie po przyłożeniu napięcia 2 V.

Obliczamy opór opornika 2, pamiętamy o zamianie jednostek na podstawowe:

$$R = \frac{2\ \text{V}}{20\ \text{mA}} = \frac{2\ \text{V}}{0{,}02\ \text{A}} = 100\ \Omega.$$

Odpowiedź: Opór opornika 1 wynosi 250 Ω, a opornika 2 wynosi 100 Ω.

b) Na wykresie widać, że zależność I od U jest wprost proporcjonalna.

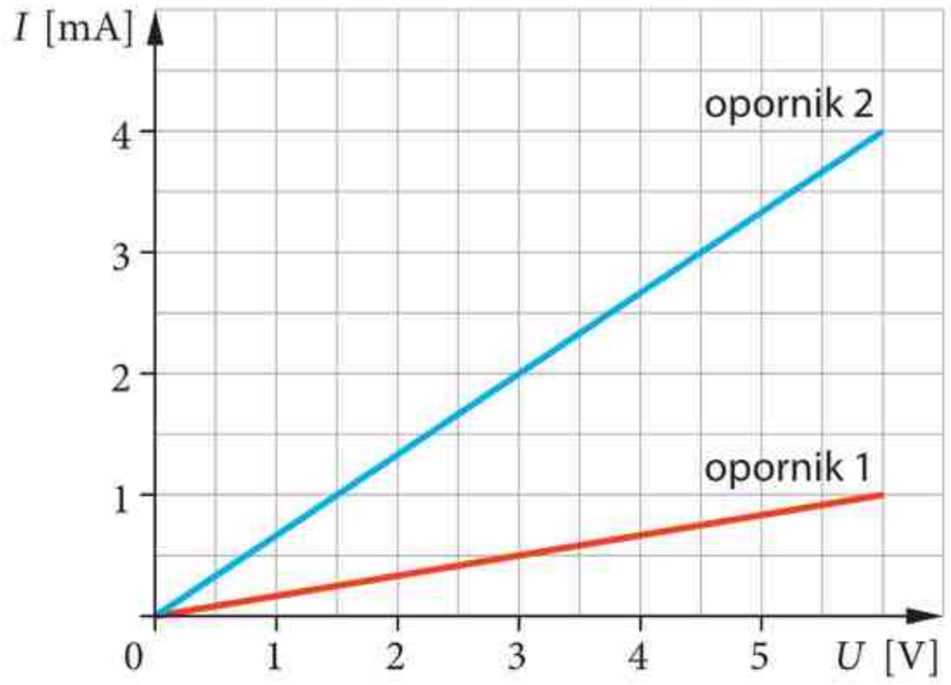
Skoro przy napięciu 1 V płynie prąd o natężeniu 4 mA, to prąd o natężeniu 20 mA popłynie przy pięciokrotnie większym napięciu:

$$20\ \text{mA} : 4\ \text{mA} = 5, \text{ czyli } 5 \cdot 1\ \text{V} = 5\ \text{V}.$$

Odpowiedź: Aby przez opornik 1 popłynął prąd o natężeniu 20 mA, należy przyłożyć do niego napięcie 5 V.

9 **Przeanalizuj** przykład na s. 33 i **rozwiąż** zadanie. Na wykresie poniżej przedstawiono zależność natężenia prądu od przyłożonego napięcia dla dwóch oporników.

a) Jakie napięcie należy przyłożyć do opornika 1, aby popłynął przez niego prąd o natężeniu 1 mA?



b) **Oblicz** opór opornika 1.

c) Jakie jest natężenie prądu płynącego przez opornik 2, gdy przyłożymy do niego napięcie 3 V?

d) **Oblicz** opór opornika 2.

Dla dociekliwych

10 W przypadku wielu elementów elektrycznych opór zmienia się wraz z temperaturą (np. termistor) albo zależnie od ilości światła padającego na taki element (np. fotodioda). **Wyszukaj** w dostępnych ci źródłach informacje na temat tego, gdzie znalazła zastosowanie zależność oporu elektrycznego od temperatury oraz ilości padającego światła. **Zapisz** notatkę.

Zapamiętaj!

- Przewodnik ma opór jednego **oma** (1 Ω), jeżeli przyłożone do niego napięcie jednego wolta (1 V) wywołuje przepływ prądu o natężeniu jednego ampera (1 A); $1\,\Omega = \frac{1\,V}{1\,A}$.
- Miarą oporu elektrycznego jest iloraz napięcia między końcami przewodnika i natężenia płynącego w nim prądu: $R = \frac{U}{I}$.
- **Opór elektryczny** (rezystancja) przewodnika jest wprost proporcjonalny do jego długości i odwrotnie proporcjonalny do pola jego przekroju poprzecznego oraz zależy od rodzaju materiału, z jakiego jest wykonany przewodnik.

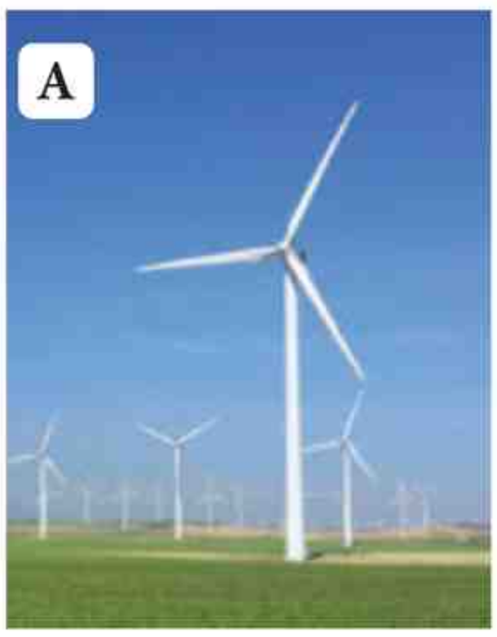
9 Praca i moc prądu elektrycznego

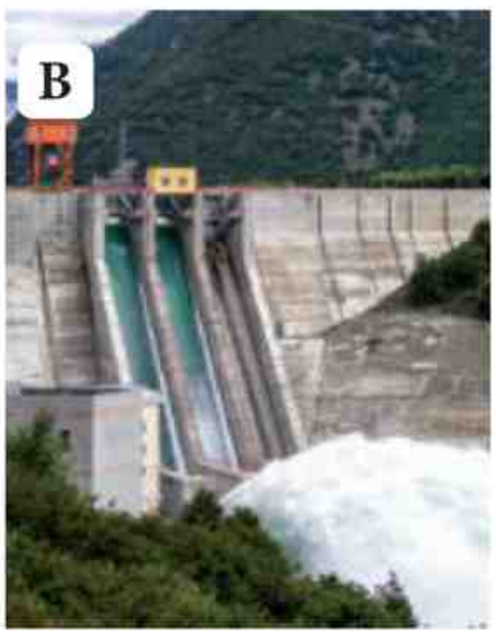
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8S5XB

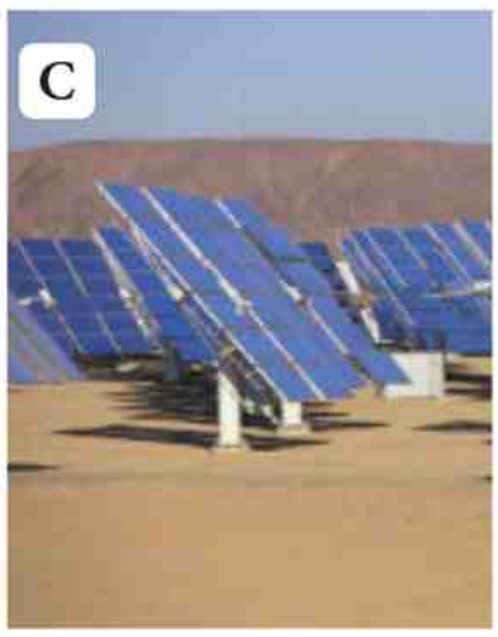
Na dobry początek

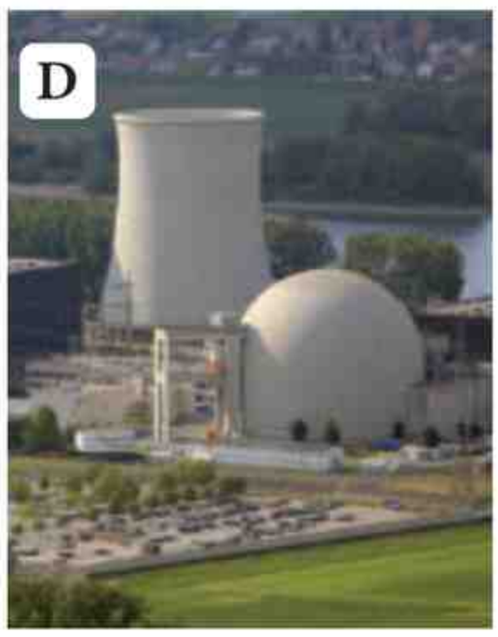
1 Przy każdej z elektrowni przedstawionych na zdjęciach **napisz**, jaką formę energii przekształca ona w energię elektryczną. Nazwy form energii wybierz z ramki poniżej.
Uwaga. Jedna nazwa nie pasuje do żadnego typu elektrowni.

energia jądrowa • energia kinetyczna • energia potencjalna grawitacji • energia potencjalna sprężystości • energia promieniowania słonecznego









2 W tabeli znakiem X **zaznacz** rodzaj (rodzaje) energii, w jaki przekształcana jest energia elektryczna w trakcie pracy wymienionych urządzeń. Dla ułatwienia pierwszy wiersz został uzupełniony.

Urządzenie	Rodzaj energii			
	cieplna	mechaniczna	chemiczna	promieniowania
mikser	*X*	*X*		
piekarnik elektryczny				
świetlówka				
ładowarka do telefonu				
wiertarka elektryczna				
lokówka				

Czy jakiekolwiek urządzenie zamienia energię elektryczną w inny rodzaj energii bez żadnych strat? Jak potocznie nazywamy rodzaj energii ciała, która zwiększa się, gdy rośnie jego temperatura?

Wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce

Źródła energii elektrycznej

W 2016 roku w Polsce wyprodukowano łącznie około 162 TWh energii elektrycznej (1 TW [terawat] = 10^{12} W), z czego aż 85% pochodziło z elektrowni węglowych. Coraz większą rolę w produkcji energii elektrycznej w Polsce odgrywa energia wiatru. W 2016 roku wiatraki dostarczyły około 8% całkowitej wyprodukowanej energii elektrycznej. Marginalne znaczenie ma energia pozyskiwana z elektrowni wodnych – jest to około 1,7%. Pozostałą część stanowi energia pochodząca ze spalania gazu ziemnego, biopaliw oraz produkowana na własne potrzeby przez elektrownie znajdujące się w zakładach przemysłowych. W Polsce nie ma elektrowni jądrowej.

Elektrownia „Bełchatów" (na zdjęciu) w miejscowości Rogowiec jest największą na świecie elektrownią opalaną węglem brunatnym. Maksymalna moc wytwarzana przez elektrownię to 5400 MW. Elektrownia wytwarza rocznie około 27–28 TWh energii elektrycznej.



Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

3 **a)** W poniższych zdaniach **zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Energia wytworzona w elektrowniach wiatrowych i hydroelektrowniach to ok. $\frac{1}{4}$ całkowitej energii elektrycznej wyprodukowanej w 2016 r. w Polsce.	**P**	**F**
2.	W Polsce nie pozyskuje się energii elektrycznej z elektrowni jądrowych.	**P**	**F**
3.	Elektrownia „Bełchatów" wytwarza ponad 10% rocznej produkcji energii elektrycznej w Polsce.	**P**	**F**
4.	Jednymi z najbardziej wydajnych elektrowni są elektrownie opalane węglem.	**P**	**F**

b) **Zaznacz** zdanie nieprawdziwe.

A. Elektrownia „Bełchatów" przez 2 godziny pracy z pełną mocą może wytworzyć ponad 10 000 MWh energii elektrycznej.

Wydajność różnych rodzajów elektrowni

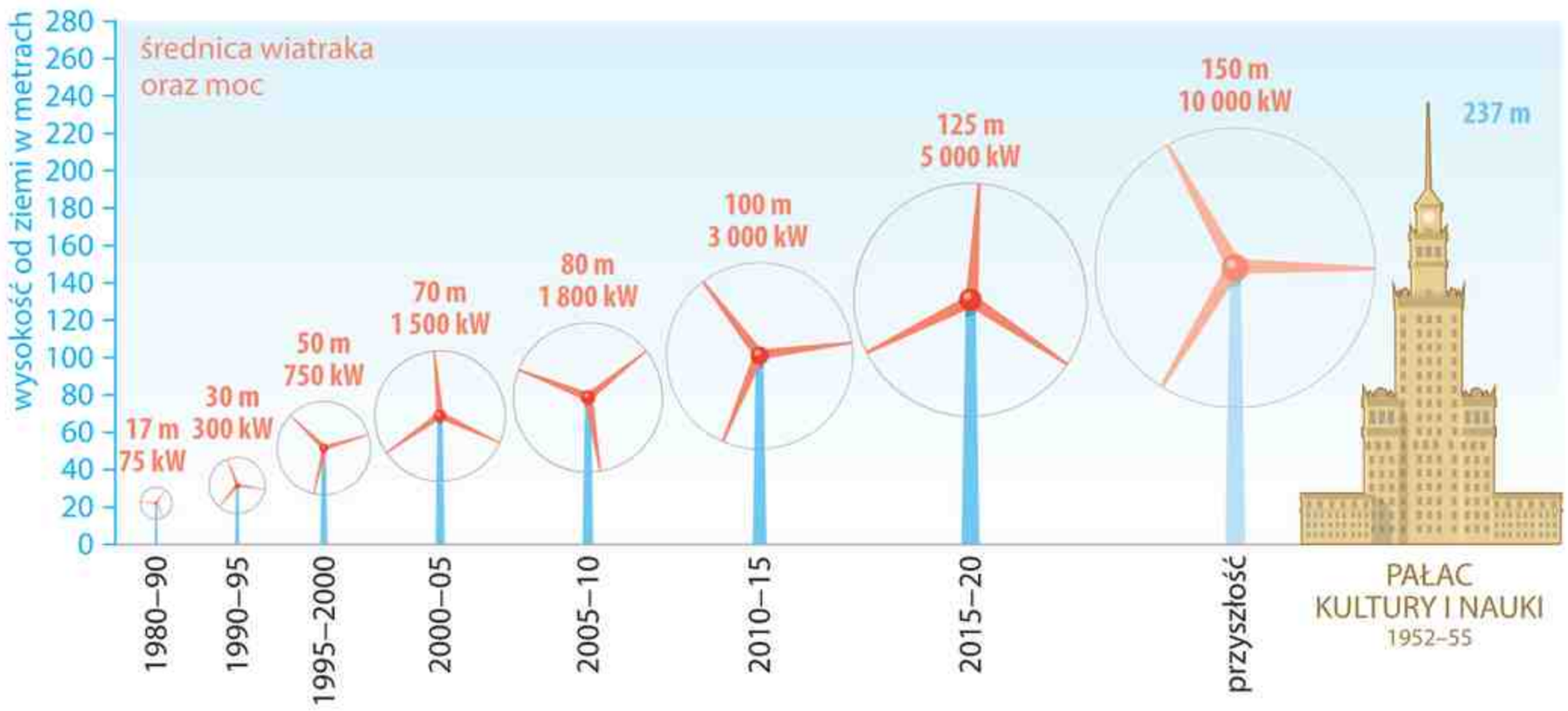
Żadna z elektrowni nie jest w stanie zamienić całej uzyskanej energii (np. cieplnej) w energię elektryczną. To, jaka część energii źródła jest zamieniania w energię elektryczną, nazywamy sprawnością elektrowni i wyrażamy najczęściej w procentach.

Sprawność głównych typów elektrowni znajdujących się w Polsce

Elektrownie węglowe	30–45%*	Hydroelektrownie	80–90%*
Elektrownie gazowe	40–60%*	Elektrownie wiatrowe	30–40%*

* Sprawność poszczególnych elektrowni zależy od rodzaju użytych w nich technologii.

Duży rozwój technologii budowy turbin wiatrowych umożliwił wykonywanie coraz większych konstrukcji o coraz większej mocy. Na poniższym rysunku porównaliśmy wysokość turbin z wysokością Pałacu Kultury i Nauki.



źródło – IEA (International Energy Agency)

B. W najwydajniejszych elektrowniach gazowych w energię elektryczną może być zamieniane nawet $\frac{3}{5}$ energii chemicznej gazu ziemnego.

C. Hydroelektrownia ze 100 J energii potencjalnej wody jest w stanie wyprodukować ponad 70 J energii elektrycznej.

D. W 2016 roku z elektrowniach węglowych uzyskano w Polsce ponad 150 TWh energii elektrycznej.

c) **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdań.

Elektrownie wiatrowe są w stanie zamienić **A/ B** niż 50% energii wiatru w energię elektryczną. Wiatrak, którego łopaty mają dwukrotnie większy promień, ma około **C/ D** razy większą moc. Elektrownie wiatrowe o wysokości połowy wysokości Pałacu Kultury i Nauki (wliczając łopaty śmigieł) są w stanie generować moc elektryczną na poziomie **E/ F/ G**.

A. mniej	**C.** 2	**E.** 2 kW	**G.** 2 GW
B. więcej	**D.** 4	**F.** 2 MW	

Przykład

Zużycie energii elektrycznej na rachunkach operatorów dostarczających prąd jest podawane w **kWh** (kilowatogodzinach). 1 kWh to energia, jaką w czasie 1 godziny zużywa urządzenie o mocy 1 kilowata.

$$1\ \text{kWh} = 1\ \text{kW} \cdot 1\ \text{h} = 1000\ \text{W} \cdot 3600\ \text{s} = 3\,600\,000\ \text{J} = 3{,}6\ \text{MJ}$$

Oblicz, ile zapłacimy za energię zużytą przez piekarnik elektryczny włączony na 75 min, jeżeli w ciągu godziny pobiera on moc 2400 W, a cena 1 kWh wynosi 60 gr.

Dane:

$t = 75$ min

$P = 2400$ W

cena 1 kWh to 60 gr

Szukane:

kwota do zapłaty = ?

Rozwiązanie:

Moc piekarnika wyrażamy w kilowatach: 2400 W = 2,4 kW.

Czas wyrażamy w godzinach: 75 min = 1,25 h.

Piekarnik zużyje energię: 2,4 kW · 1,25 h = 3 kWh.

Skoro za 1 kWh energii elektrycznej musimy zapłacić 60 gr, to za 3 kWh zapłacimy:

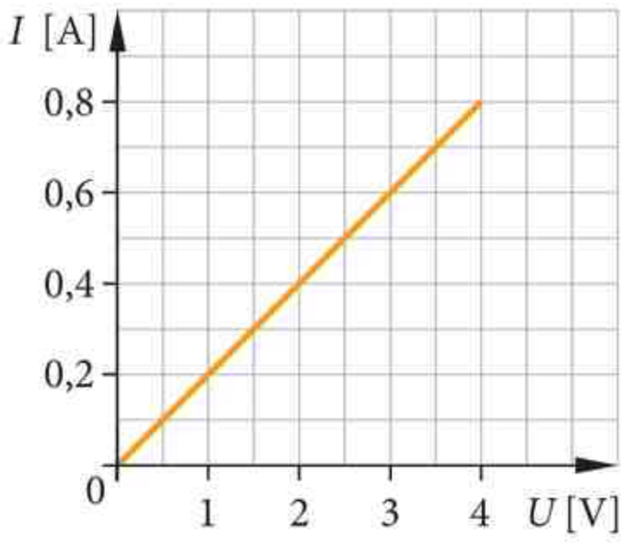
$$3 \cdot 60\ \text{gr} = 1{,}80\ \text{zł}.$$

Odpowiedź: Za pracę piekarnika przez 75 minut zapłacimy 1,80 zł.

4 **Przeanalizuj** powyższy przykład i **rozwiąż** zadanie.

Ile minut dziennie możemy używać grzejnika o mocy 1250 W, aby koszt ogrzewania nie przekroczył 12 zł tygodniowo, jeżeli przyjmujemy, że cena 1 kWh to 60 groszy?

5 Na wykresie przedstawiono zależność natężenia prądu płynącego przez opornik od przyłożonego napięcia.



Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

Moc wydzielana na oporniku, gdy przyłożone jest napięcie 2 V, wynosi **A/ B/ C**.

Moc wydzielana na oporniku będzie równa 7,2 W dla napięcia **D/ E/ F**.

A. 0,2 W **B.** 0,8 W **C.** 5 W

D. 4 V **E.** 5 V **F.** 6 V

Możesz obliczyć natężenie prądu ze wzoru: $I = \frac{U}{R}$, a następnie skorzystać ze wzoru na moc: $P = U \cdot I$.

6 Opór grzałki zasilanej napięciem 230 V wynosi 28,75 Ω. **Oblicz**, jaki ładunek elektryczny przepłynie przez grzałkę w czasie, gdy wydzieli się na niej energia 55,2 kJ.

Krok 1 **Obliczamy** natężenie prądu płynącego w grzałce:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{\text{_____ V}}{\text{_____ Ω}} = \text{_____ A}.$$

$1\ \text{A} = \frac{1\ \text{V}}{1\ \Omega}$

$1\ \text{W} = 1\ \text{V} \cdot 1\ \text{A}$

$1\ \text{C} = 1\ \text{A} \cdot 1\ \text{s}$

Krok 2 **Obliczamy** moc wydzielaną na grzałce:

$$P = U \cdot I = \text{_____ V} \cdot \text{_____ A} = \text{_____ W}.$$

Krok 3 **Obliczamy** czas, w jakim na grzałce wydzieli się energia 55,2 kJ (czyli prąd wykona pracę 55,2 kJ):

$$t = \frac{W}{P} = \frac{\text{_____ J}}{\text{_____ W}} = \text{_____ s}.$$

Krok 4 Na podstawie definicji natężenia prądu elektrycznego **obliczamy** ładunek elektryczny:

$$q = I \cdot t = \text{_____ A} \cdot \text{_____ s} = \text{_____ C}.$$

Sprawdź uzyskany wynik, korzystając ze wzoru $W = U \cdot q$, gdzie q to ładunek elektryczny.

Krok 5 **Zapisz** odpowiedź: _____

Dla dociekliwych

7 **Wykonaj** odpowiednie przekształcenia i **wykaż**, że wzory na pracę prądu elektrycznego $W = U \cdot q$ oraz $W = \frac{U^2}{R} \cdot t$ są równoważne.

Zapamiętaj!

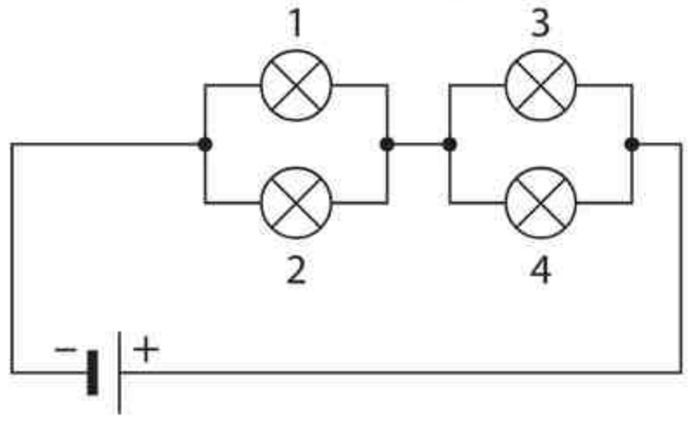
- **Energię elektryczną** oblicza się ze wzoru $E = W = U \cdot q$.
- **Pracę prądu** elektrycznego oblicza się ze wzoru $W = U \cdot I \cdot t$. Jednostką pracy jest dżul (1 J).
- **Moc prądu** elektrycznego oblicza się ze wzoru $P = U \cdot I$. Jednostką mocy prądu jest wat (1 W).
- Powszechnie stosowaną jednostką energii elektrycznej jest **kilowatogodzina** (1 kWh): 1 kWh = 3 600 000 J.

10 Użytkowanie energii elektrycznej

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8R377

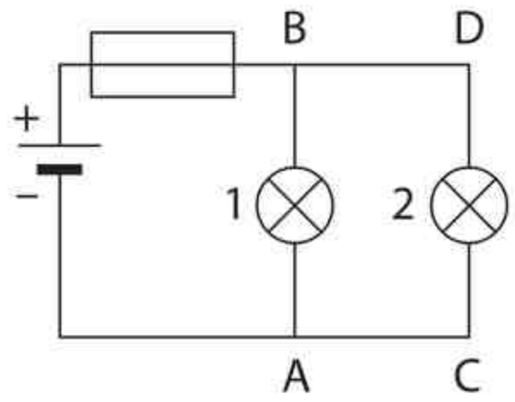
Na dobry początek

1 **Przyjrzyj** się schematowi obwodu elektrycznego i **uzupełnij** tabelę, wpisując numery odpowiednich żarówek. Gdy uznasz, że prąd nie będzie płynął przez żadną z żarówek, wpisz „–”.



Przepalona żarówka / Przepalone żarówki	1	3 i 4	1 i 4	2 i 3	2 i 4	1 i 2
Prąd płynie przez						

2 Na schemacie przedstawiono obwód złożony z żarówek, bezpiecznika oraz źródła zasilania. **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.



Przez przepaloną żarówkę prąd nie płynie, czyli w miejscu żarówki jest przerwa w obwodzie.

1.	Gdy przepali się żarówka 1, bezpiecznik wyłączy przepływ prądu w obwodzie.	**P**	**F**
2.	Jeżeli zewrzemy punkty A i B, to bezpiecznik nie wyłączy przepływu prądu w obwodzie.	**P**	**F**
3.	Gdy przepali się żarówka 2, bezpiecznik wyłączy przepływ prądu w obwodzie.	**P**	**F**
4.	Jeżeli zewrzemy punkty C i D, to bezpiecznik wyłączy przepływ prądu w obwodzie.	**P**	**F**

3 **Zapisz** krótko, jak można przeciwdziałać następującym skutkom braku dostaw energii elektrycznej podczas awarii sieci energetycznej.

a) Brak oświetlenia: _____

_____

_____

b) Utrata informacji przechowywanych na komputerze, brak dostępu do komputera: _____

_____

_____

c) Brak łączności z innymi z powodu rozładowania telefonu komórkowego: _____

_____

_____

d) Zepsucie się jedzenia w zamrażalniku lub lodówce: _____

_____

_____

4 Żarówka stosowana w światłach drogowych ma moc 55 W i jest zasilana z akumulatora napięciem 12 V. W instalacji samochodowej każda z żarówek świateł drogowych jest zabezpieczona bezpiecznikiem 10 A.



a) **Wyjaśnij**, co oznacza napis „10 A" na bezpieczniku.

_____

_____

_____

b) **Zastanów się** i **odpowiedz**, dlaczego w instalacji samochodowej nie możemy zastosować bezpiecznika 5 A.

Gdy włókno żarówki nie jest rozgrzane, przez krótką chwilę jego opór jest nieco mniejszy niż podczas świecenia.

_____

_____

_____

_____

c) **Zastanów się** i **odpowiedz**, czy zamiast bezpiecznika 10 A można zastosować bezpiecznik 30 A. Krótko **uzasadnij** odpowiedź.

_____

_____

_____

_____

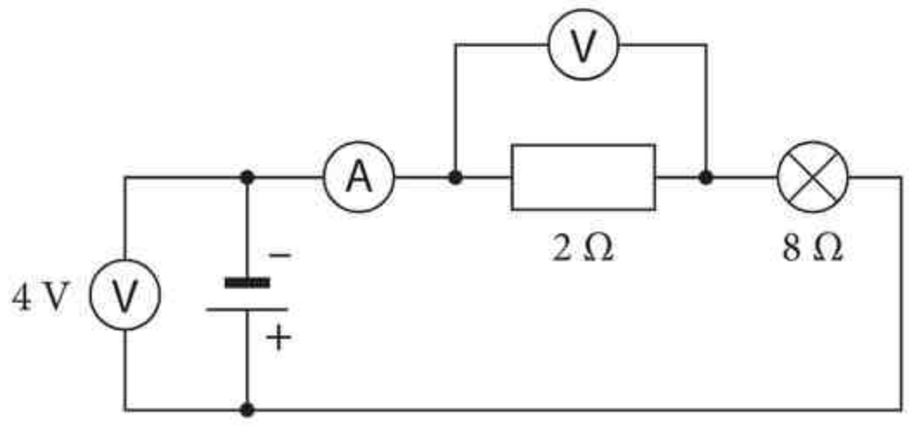
5 Wchodząc do pomieszczenia, zauważasz osobę porażoną prądem, ale nie masz pewności, czy jest odizolowana od źródła napięcia. **Ustal** kolejność czynności, które musisz wykonać.

Uwaga. Ponieważ możesz komuś uratować życie, zapamiętaj poprawną odpowiedź. Podczas udzielania pomocy zachowaj szczególną ostrożność, aby samemu nie ulec porażeniu.

Odciągam poszkodowanego z miejsca zagrożenia przy użyciu izolatora, np. drewnianego kija od szczotki lub plastikowej rury, stojąc np. na gumowej podkładce lub w kaloszach.	
Ustalam źródło porażenia oraz sposób uwolnienia porażonego spod działania prądu elektrycznego.	
Jak najszybciej odcinam poszkodowanego od źródła prądu – wyłączam bezpieczniki, a następnie wyjmuję z gniazdka wtyczkę urządzenia, które spowodowało porażenie.	
Wzywam karetkę pogotowia.	
Do czasu przyjazdu karetki udzielam pierwszej pomocy.	

Przykład

Jakie będą wskazania mierników w obwodzie, którego schemat zamieszczono niżej? **Oblicz** moc, jaka wydzieli się na oporniku.



Rozwiązanie:

Ponieważ opornik i żarówka są połączone szeregowo, możemy je zastąpić jednym opornikiem, tzw. opornikiem zastępczym. Jego opór jest sumą poszczególnych oporów:

$$R = 2\ \Omega + 8\ \Omega = 10\ \Omega.$$

Skoro woltomierz podłączony do baterii wskazuje 4 V, to natężenie prądu zmierzone przez amperomierz wynosi:

$$I = \frac{4\ \text{V}}{10\ \Omega} = 0{,}4\ \text{A}.$$

Prąd o takim natężeniu płynie zarówno przez żarówkę, jak i przez opornik, ponieważ są one połączone szeregowo.

Napięcie na oporniku obliczamy ze wzoru $U = I \cdot R$:

$$U = 0{,}4\ \text{A} \cdot 2\ \Omega = 0{,}8\ \text{V}.$$

Moc wydzieloną na oporniku obliczamy ze wzoru $P = U \cdot I$:

$$P = 0{,}8\ \text{V} \cdot 0{,}4\ \text{A} = 0{,}32\ \text{W}.$$

Odpowiedź: Wskazanie woltomierza podłączonego równolegle do opornika to 0,8 V, amperomierz wskazuje 0,4 A, a moc wydzielona na oporniku to 0,32 W.

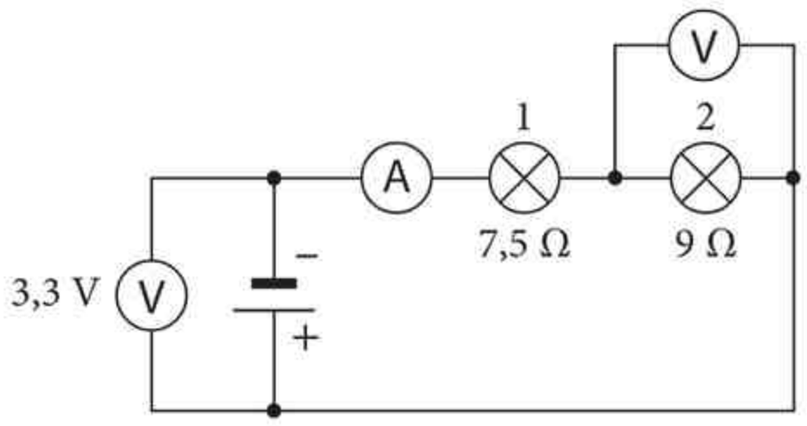
6 **Przeanalizuj** powyższy przykład i **oblicz**:

a) opór zastępczy układu żarówek,

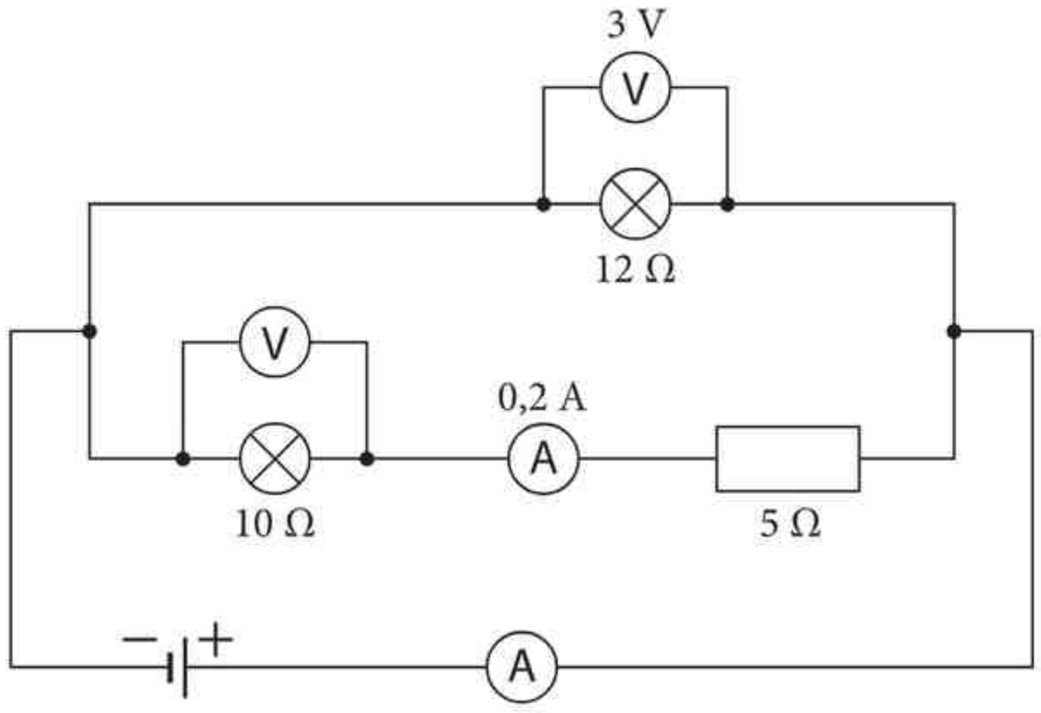
b) natężenie prądu wskazywane przez amperomierz,

c) napięcie wskazywane przez woltomierz,

d) moc wydzielaną na żarówce 2.



7 **Przeanalizuj** poniższy schemat i **oblicz** wartości napięcia i natężenia prądu elektrycznego wskazywane przez amperomierz włączony za źródłem napięcia i woltomierz podłączony do żarówki o oporze 10 Ω.



Karta wzorów, s. 123 oraz s. 124

Patrz wskazówka na s. 26.

Krok 1 **Zacznijmy** od żarówki o oporze 10 Ω. Ze schematu **odczytujemy**, że płynie przez nią prąd o natężeniu 0,2 A, więc woltomierz podłączony równolegle do tej żarówki wskazuje napięcie $U = 0{,}2\ \text{A} \cdot 10\ \Omega =$ _____ V.

Krok 2 Żarówka o oporze 10 Ω oraz opornik o oporze 5 Ω są połączone szeregowo, więc przez każdy z tych elementów płynie prąd o takim samym natężeniu, czyli _____ A.

Krok 3 Napięcie między końcówkami żarówki o oporze 12 Ω wynosi _____ V, czyli przez tę żarówkę płynie prąd o natężeniu $I =$ _____ A.

Krok 4 Zgodnie ze wskazówką na s. 26 natężenie prądu płynącego z baterii jest równe sumie natężeń prądów płynących przez żarówki, czyli wynosi:

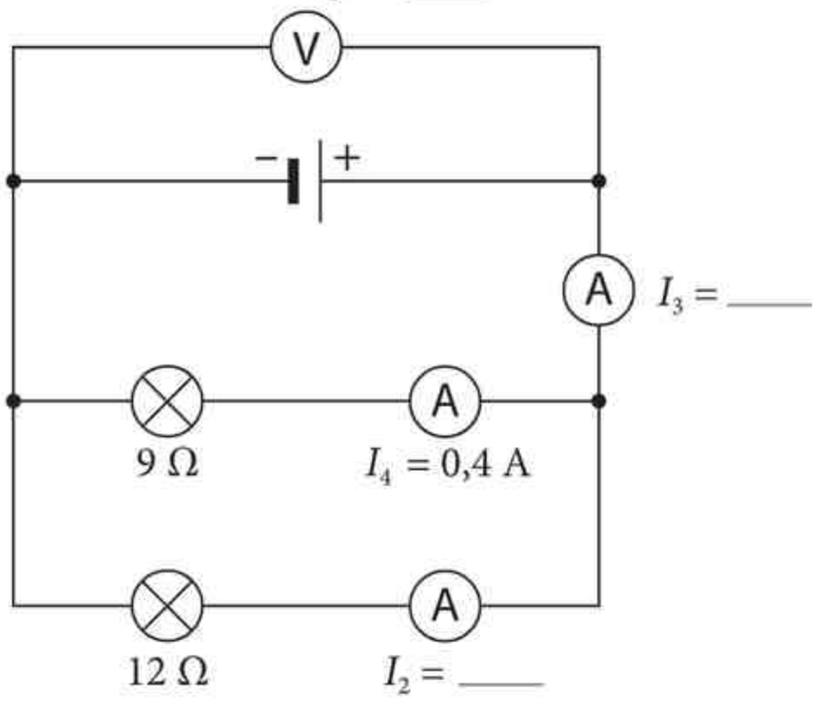
_____ A + _____ A = _____ A.

Krok 5 **Zapisz** odpowiedź: _____

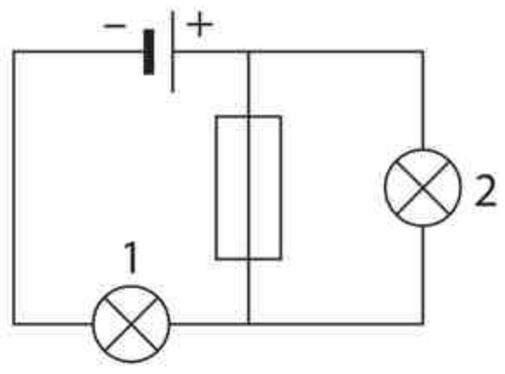
_____

8 **Oblicz** wartości natężenia prądu I_2, I_3 oraz napięcie na baterii. **Zapisz** wyniki obliczeń w odpowiednich miejscach na schemacie.

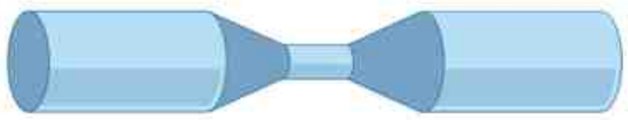
Pamiętaj, że przy równoległym połączeniu kilku odbiorników energii elektrycznej z baterią napięcie na każdym z nich jest takie samo i równe napięciu baterii. Przypomnij sobie także wskazówkę ze s. 26.



9 Czy umieszczenie bezpiecznika w takim miejscu, jak pokazano na schemacie, jest poprawne? **Uzasadnij** odpowiedź.



Dla dociekliwych



10 Gdy w długim przewodzie powstanie (lub jest celowo wykonane) przewężenie, to przy dużym natężeniu prądu przewód nagrzewa się w tym miejscu, a następnie przepala.
Odpowiedz na pytania.

a) Kiedy takie przewężenie przewodu jest celowe i gdzie znajduje to zastosowanie?

b) Jakie skutki może wywołać nieplanowane przewężenie przewodu? Czym takie przewężenie może być spowodowane?

c) Dlaczego przewody nagrzewają się i przepalają w cieńszych miejscach? **Wyjaśnij** to, powołując się na prawa i wzory fizyczne (niekoniecznie poznane tylko w tym dziale).

W jaki sposób opór elektryczny przewodu zależy od jego przekroju poprzecznego? Jaki jest związek oporu elektrycznego z mocą wydzielaną na przewodzie? Czy opór przewodnika maleje czy rośnie wraz z temperaturą?

Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego na s. 46.

Zapamiętaj!

- Opór zastępczy oporników połączonych szeregowo obliczamy ze wzoru: $R_z = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$.
- **Bezpiecznik** to urządzenie chroniące sieć elektryczną przed przeciążeniem.
- Zetknięcie dwóch przewodów doprowadzających, w którego wyniku prąd płynie z ominięciem odbiornika, nazywamy **zwarciem**.

●● Dziennik laboratoryjny

Opór elektryczny

Temat 8

- **Cel:** Sprawdzenie, jak natężenie prądu zależy od oporu elektrycznego przewodnika.
- **Potrzebne będą:** miernik uniwersalny, bateria 9 V, patyczek lub listewka o boku przekroju ok. 0,5 cm i długości ok. 20–25 cm, przewody, dwie plastikowe zakrętki, naczynie z wodą z kranu, do którego zmieści się patyczek, taśma klejąca.
- **Przebieg doświadczenia:**

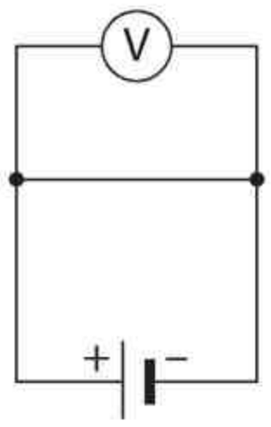
1. Zanurz patyczek lub listewkę na 5 minut w naczyniu z wodą.
2. Wyjmij patyczek z wody. Pod oba jego końce podłóż zakrętki i przyklej je taśmą klejącą.
3. Do patyczka podłącz miernik uniwersalny i baterię, jak pokazano na zdjęciu. Ustaw pokrętło miernika na pomiar prądu stałego, a przewody podłącz do otworów „COM” i „mA”.



4. Włącz miernik. Jakie jest jego wskazanie?
5. Przesuwaj jeden koniec przewodu wzdłuż patyczka i obserwuj wskazania miernika.
6. Jaki jest wniosek z doświadczenia? Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań, aby powstała informacja prawdziwa.

Mokre drewno jest *słabym/ dobrym* przewodnikiem prądu. Przesuwanie końcówki wzdłuż mokrego patyczka powodowało *zmniejszenie/ zwiększenie* natężenia prądu wskazywanego przez miernik. Oznacza to, że natężenie prądu jest tym *mniejsze/ większe*, im mniejszy jest opór elementów obwodu (im dłuższy jest fragment patyczka, przez który płynie prąd, tym większy jest opór).

7. Zanotuj natężenie prądu dla wybranego fragmentu patyczka. Zaznacz na patyczku miejsca podłączenia przewodów.



$l =$ _____ cm = _____ m, $I =$ _____ mA = _____ A.

8. Połącz obwód zgodnie ze schematem i zmierz napięcie między miejscami zaznaczonymi na patyczku. $U =$ _____ V
9. Oblicz opór tego fragmentu patyczka.

$$R = \frac{U}{I} = \text{_____}\ \Omega$$

10. Rozmontuj obwód, zmierz boki przekroju patyczka i oblicz pole powierzchni jego przekroju.

$S =$ _____ cm² = _____ m²

11. Oblicz opór właściwy mokrego patyczka.

$$\rho = \frac{RS}{l} = \text{_____}\ \Omega\text{m}$$

Dziennik laboratoryjny — Przepływ prądu przez ciało człowieka — Temat 10

- **Cel:** Sprawdzenie, od czego zależy przepływ prądu przez ciało człowieka.
- **Potrzebne będą:** miernik uniwersalny, bateria 9 V, przewody, dwie łyżki, naczynie z wodą z kranu.
- **Wskazówka:** Aby ułatwić sobie wykonanie doświadczenia, warto zaopatrzyć się w przewody z dwoma rodzajami stalowych końcówek – tzw. bananami i krokodylkami – i małe magnesy neodymowe, za pomocą których można podłączyć stalowe końcówki przewodów do baterii.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Zmontuj obwód tak, jak pokazano na zdjęciu. Ustaw pokrętło miernika na najmniejszy zakres pomiaru prądu stałego, a przewody podłącz do otworów „COM” i „mA”.
2. Włącz miernik. Chwyć dłońmi łyżki. Jakie jest wskazanie miernika? I_1 = _____ mA.



3. Ściśnij łyżki mocniej. Czy wskazanie miernika się zmieniło? I_2 = _____ mA.
4. Zanurz dłonie w naczyniu z wodą i ponownie chwyć łyżki. Co tym razem wskazuje miernik? I_3 = _____ mA.
5. Wytrzyj ręce i wyłącz miernik.
6. Jaki jest wniosek z doświadczenia? Podkreśl właściwe uzupełnienia zdań, aby informacja była prawdziwa.

- **Wniosek:**

Natężenie prądu płynącego w obwodzie jest tym *mniejsze/ większe*, im silniej ściskane są łyżki, a więc im *mniejsza/ większa* jest powierzchnia styku dłoni i łyżek. Miernik wskazuje wartość zdecydowanie większą, gdy dłonie są *suche/ mokre*.

Uwaga. To doświadczenie pokazuje, że korzystanie z urządzeń elektrycznych w pobliżu wody lub przy dużej wilgotności powietrza może być niebezpieczne.

E

Sposób na zadanie

Opisywanie zjawiska z wykorzystaniem pojęć i wielkości fizycznych

Zadanie 8. Opór elektryczny żarówki CKE Grudzień 2020

Tomek wykonał doświadczenie, w którym badał zależność natężenia prądu I przepływającego przez pewną żarówkę od przyłożonego do niej napięcia U.

Zadanie 8.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Przepływ prądu w opisanym obwodzie polega na uporządkowanym ruchu

A. elektronów. **B.** jonów ujemnych. **C.** jonów dodatnich.

Rozwiązanie:

Przepływ prądu w metalach polega na uporządkowanym ruchu elektronów. Zachodzi, gdy do końców przewodnika zostaje przyłożone napięcie. Cześć elektronów (tzw. elektronów swobodnych) niezwiązana z żadnym konkretnym atomem oprócz tego, że w wyniku zderzeń z jonami sieci krystalicznej i innymi elektronami porusza się w przypadkowym kierunku, to jednak przemieszcza się wtedy wzdłuż przewodnika,

Odpowiedź: Wybieramy A.

Zadanie 8.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ładunek, jaki przepłynął przez żarówkę w czasie 2 s, gdy natężenie prądu miało wartość 250 mA, wynosi

A. 0,5 C **B.** 0,125 C **C.** 500 C **D.** 125 C

Rozwiązanie:

Korzystamy ze wzoru: $Q = I \cdot t$. Zamieniamy jednostkę: $I = 250\ \text{mA} = 0{,}25\ \text{A}$ i podstawiamy do wzoru: $Q = 0{,}25\ \text{A} \cdot 2\ \text{s} = 0{,}5\ \text{C}$.

Odpowiedź: Wybieramy A.

Ważne!

- Przepływ prądu w metalach polega na uporządkowanym ruchu elektronów swobodnych.
- Przepływ prądu w cieczach polega na uporządkowanym ruchu jonów dodatnich i ujemnych, natomiast w gazach – na uporządkowanym ruchu jonów i elektronów.
- Umowny kierunek przepływu prądu jest zgodny z kierunkiem ruchu ładunków dodatnich i przeciwny do kierunku ruchu ładunków ujemnych.
- Gdy płynie prąd o stałym natężeniu, to ilość przepływającego ładunku jest iloczynem natężenia prądu i czasu, w którym ten ładunek przepłynął.
- Przy obliczeniach należy zwracać uwagę na to, w jakich jednostkach zostały wyrażone podane wielkości fizyczne.

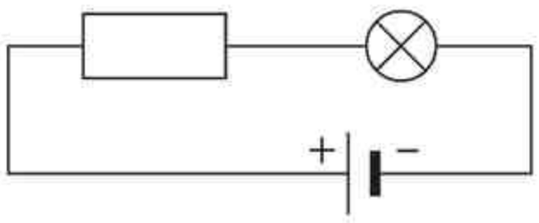
E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F81W8N

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Zbudowano obwód złożony z baterii oraz połączonych szeregowo żarówki i opornika, tak jak na schemacie poniżej.



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Ładunek, jaki przepłynął przez żarówkę w czasie 1 minuty, gdy natężenie prądu było równe 300 mA, jest równy

A. 18 C i jest taki sam jak ładunek, który przepłynął w tym samym czasie przez opornik.

B. 18 C i jest inny niż ładunek, który przepłynął w tym samym czasie przez opornik.

C. 0,3 C i jest taki sam jak ładunek, który przepłynął w tym samym czasie przez opornik.

D. 0,3 C i jest inny niż ładunek, który przepłynął w tym samym czasie przez opornik.

2. Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

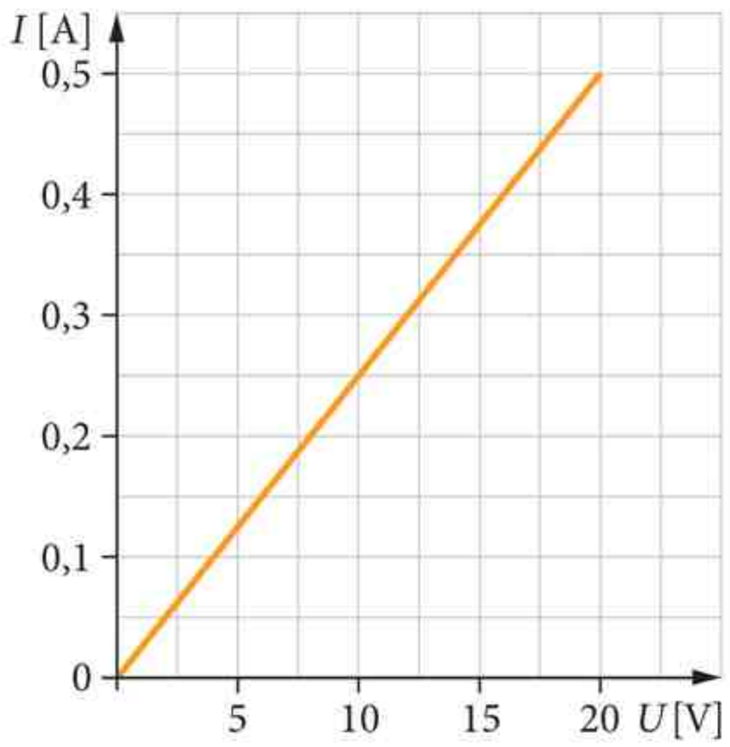
Prąd elektryczny w metalach polega na uporządkowanym ruchu **A**/ **B**. Umownie przyjmuje się, że prąd płynie w obwodzie w kierunku od bieguna **C**/ **D** źródła napięcia.

A. elektronów **B.** protonów **C.** plus do bieguna minus **D.** minus do bieguna plus

3. Na wykresie przedstawiono wartość natężenia prądu płynącego przez opornik w zależności od napięcia na końcach tego opornika.

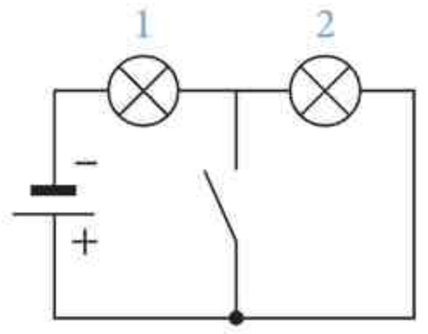
Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Gdy napięcie jest równe 10 V, to w czasie 4 s przez opornik przepływa ładunek 1 C.	P	F
2.	Jeżeli napięcie wzrasta z 10 V do 20 V, to opór opornika rośnie dwukrotnie.	P	F
3.	Gdy przez opornik płynie prąd o natężeniu 0,5 A, to w czasie 1 s wydziela się na nim 10 J ciepła.	P	F



4. Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Jeżeli zamkniemy wyłącznik w przedstawionym obwodzie, to żarówka 1 **A**/ **B**/ **C**, natomiast żarówka 2 **A**/ **B**/ **C**.



A. będzie świecić jaśniej

B. nie zmieni jasności

C. zgaśnie

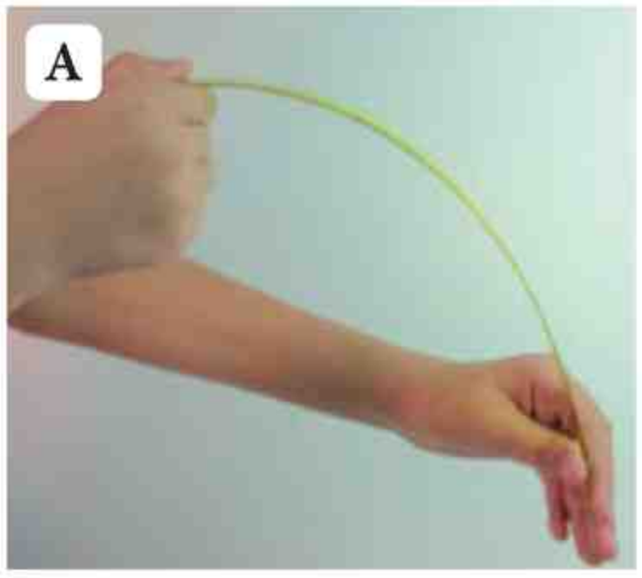
III. Magnetyzm

11 Bieguny magnetyczne

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8N721

Na dobry początek

1 **Otocz** pętlą zdjęcia, na których przedstawione są skutki oddziaływań magnetycznych.













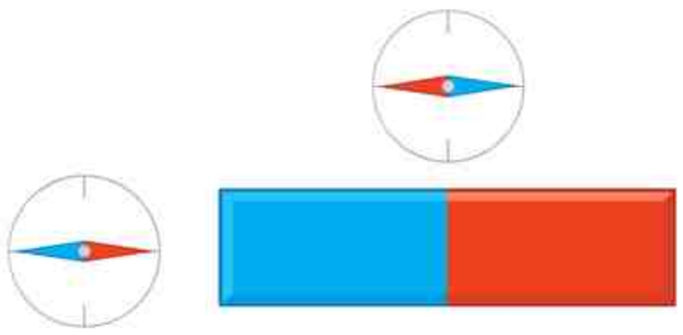
2 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Źródłem oddziaływań magnetycznych są tylko magnesy trwałe.	P	F
2.	Oddziaływania magnetyczne, podobnie jak grawitacyjne, nie wymagają zetknięcia oddziałujących ciał.	P	F
3.	Oddziaływania magnetyczne, w przeciwieństwie do elektrycznych, powodują jedynie przyciąganie ciał.	P	F
4.	Żelazo jest zbudowane z domen magnetycznych, czyli bardzo małych obszarów namagnesowania.	P	F
5.	Południowy biegun magnetyczny igły kompasu wskazuje północny kierunek geograficzny Ziemi.	P	F

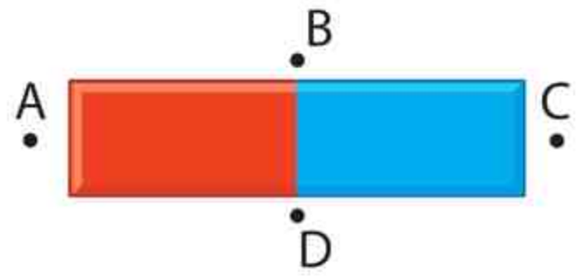
W przyrodzie można zaobserwować oddziaływania, które zachodzą na odległość (grawitacyjne, elektrostatyczne, magnetyczne) lub przy bezpośrednim kontakcie ciał (mechaniczne).

3 Na rysunku a przedstawiono ustawienie igieł magnetycznych dwóch kompasów znajdujących się obok magnesu sztabkowego.

a)



b)



Uzupełnij tabelkę, wpisując w kratki cyfrę rzymską (I–IV) odpowiadającą ustawieniu igły kompasu w punktach A–D zaznaczonych na rysunku b.

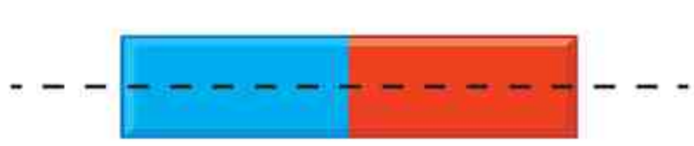
Uwaga. Cyfry mogą się powtarzać i nie wszystkie kompasy trzeba wykorzystać.



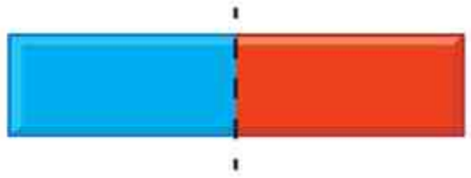
Igła kompasu znajdującego się w punkcie	A	ustawi się tak jak na rysunku	
	B		
	C		
	D		

4 Przemek i Wojtek chcieli z jednego magnesu sztabkowego uzyskać dwa magnesy. Przemek stwierdził, że aby powstałe magnesy miały po dwa bieguny magnetyczne, magnes należy koniecznie przeciąć wzdłuż (rys. A). Wojtek stwierdził, że wcale nie jest to konieczne, można rozciąć magnes w poprzek (rys. B).

A.



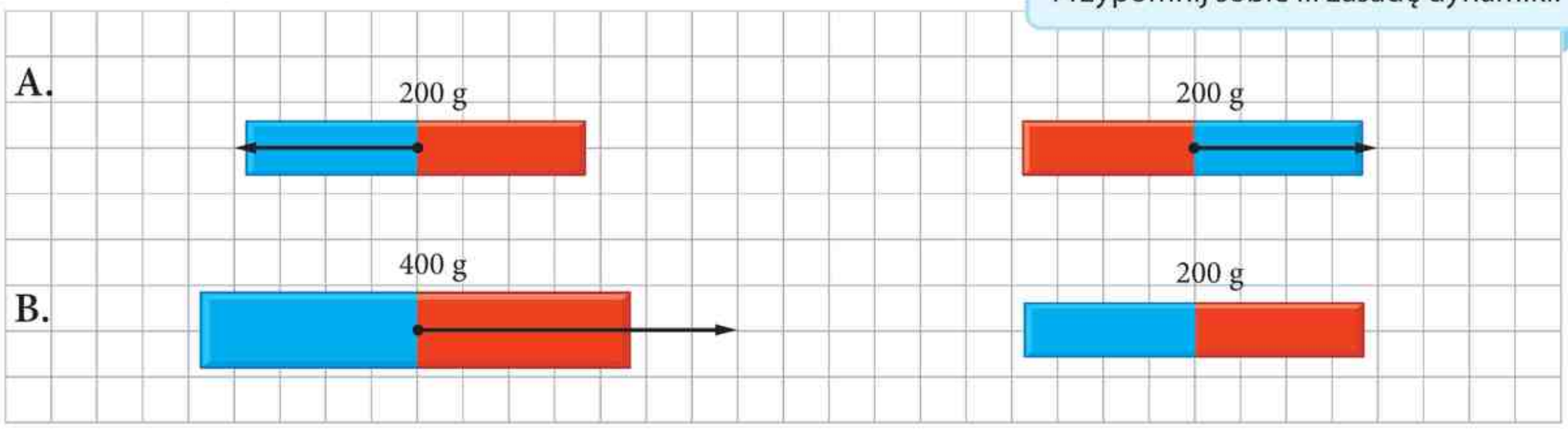
B.



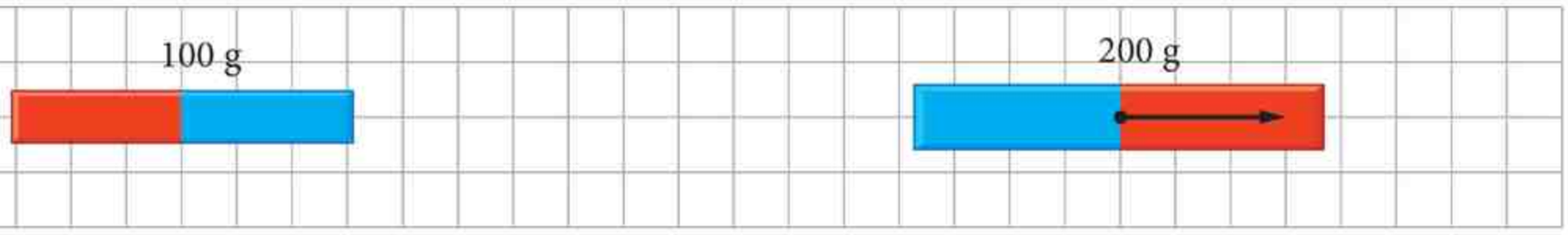
Przemek upierał się przy swoim sposobie, twierdząc, że Wojtek otrzyma co prawda dwa magnesy, ale jeden będzie miał tylko biegun południowy, a drugi tylko północny, a takie magnesy są dla niego bezużyteczne. **Napisz**, który z chłopców miał rację. **Uzasadnij** odpowiedź.

5 Na rysunku A pokazano wektory sił, jakimi oddziałują na siebie dwa magnesy o podanych masach. **Uzupełnij** wektory sił na rysunkach B i C. Pamiętaj o odpowiedniej wartości, zwrocie i kierunku wektora siły.

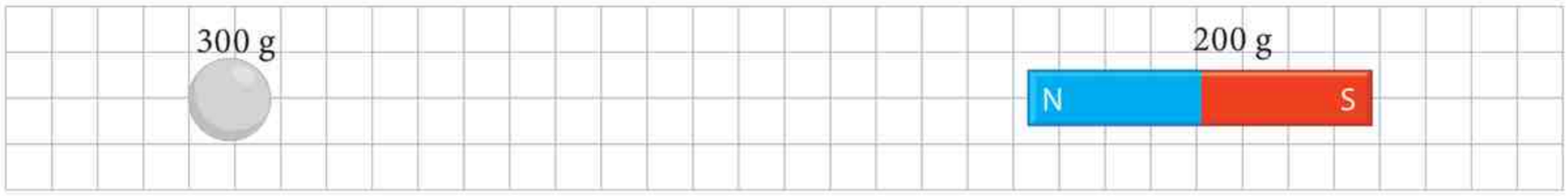
Przypomnij sobie III zasadę dynamiki.



C.



6 Magnes działa na stalową, początkowo nienamagnesowaną kulę siłą o wartości 15 N. Przyjmując, że 1 cm odpowiada 10 N, **narysuj** wektor siły, z jaką magnes działa na stalową kulę, oraz wektor siły, z jaką stalowa kula działa na magnes.

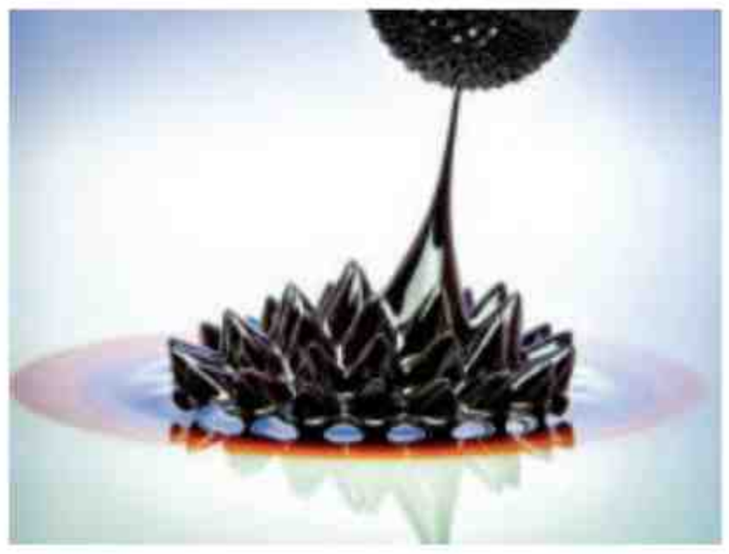


Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego na s. 62 oraz doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8YAG3

Dla dociekliwych

7 Ferrofluidy, czyli ciecze magnetyczne, to substancje płynne, które pod wpływem pola magnetycznego przybierają kształt linii tego pola i utrzymują go jak ciało stałe. Stanowią one zawiesinę drobinek ferromagnetyku o rozmiarach rzędu 10 nanometrów. Drobinki te się ze sobą nie łączą. Dzięki swoim właściwościom ferrofluidy znalazły wiele praktycznych zastosowań. Korzystając z dostępnych ci źródeł informacji, **wymień** i krótko **opisz** dwa z nich.



Zapamiętaj!

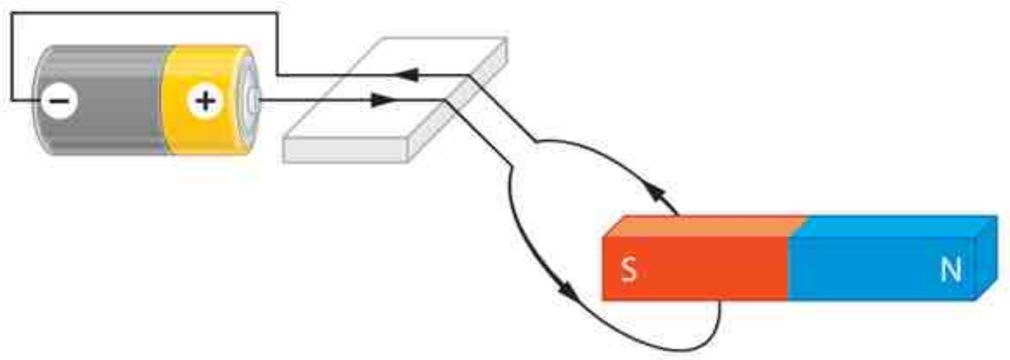
- Każdy magnes ma dwa bieguny: **północny** (N) i **południowy** (S).
- Magnesy zwrócone do siebie biegunami różnoimiennymi przyciągają się, a zwrócone biegunami jednoimiennymi – odpychają się.
- **Ferromagnetyk** to ciało wykazujące silne właściwości magnetyczne.
- Ferromagnetyki zbudowane są z domen magnetycznych, czyli bardzo małych obszarów namagnesowania.

12 Właściwości magnetyczne przewodnika z prądem

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8BC92

Na dobry początek

1 Jeżeli przez pętlę wykonaną z przewodnika płynie prąd, to pętla staje się magnesem i zostaje przyciągnięta przez nieruchomy magnes sztabkowy (patrz rys. obok).



a) **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdań.

Z rysunku można wywnioskować, że skoro pętla wychyla się w stronę magnesu, to z jej prawej strony znajduje się **A/ B** biegun magnetyczny, natomiast z lewej strony biegun **A/ B**. Jeżeli zamienimy miejscami bieguny baterii i prąd popłynie w przeciwną stronę, to pętla będzie **C/ D** przez magnes.

A. północny

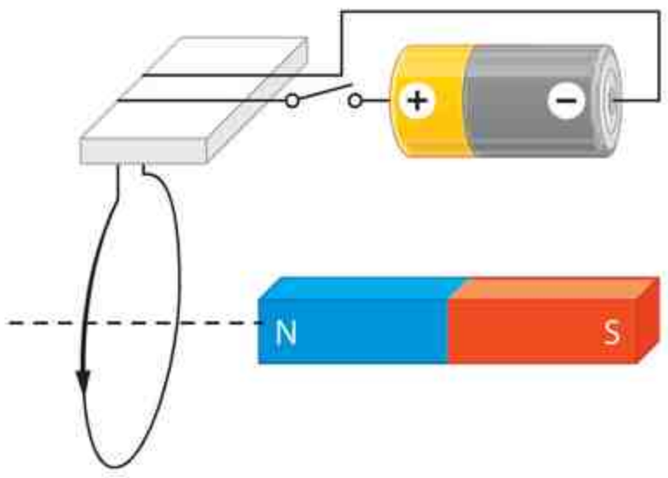
B. południowy

C. przyciągana

D. odpychana

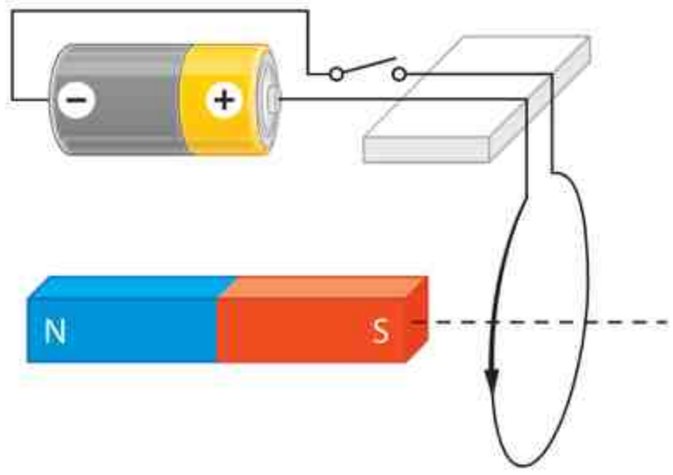
b) **Napisz** pod rysunkami, w którą stronę po zamknięciu wyłącznika wychyli się dana pętla (użyj słów *prawo*, *lewo*). **Uwaga.** Na rysunku D określ wychylenie obu pętli.

A.



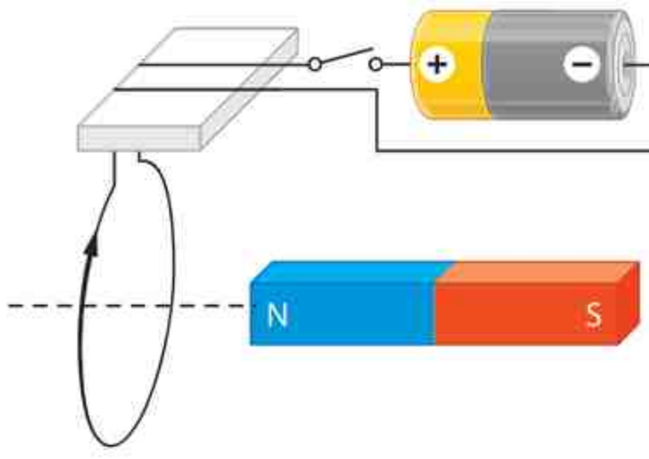
Pętla odchyli się w _____ .

C.



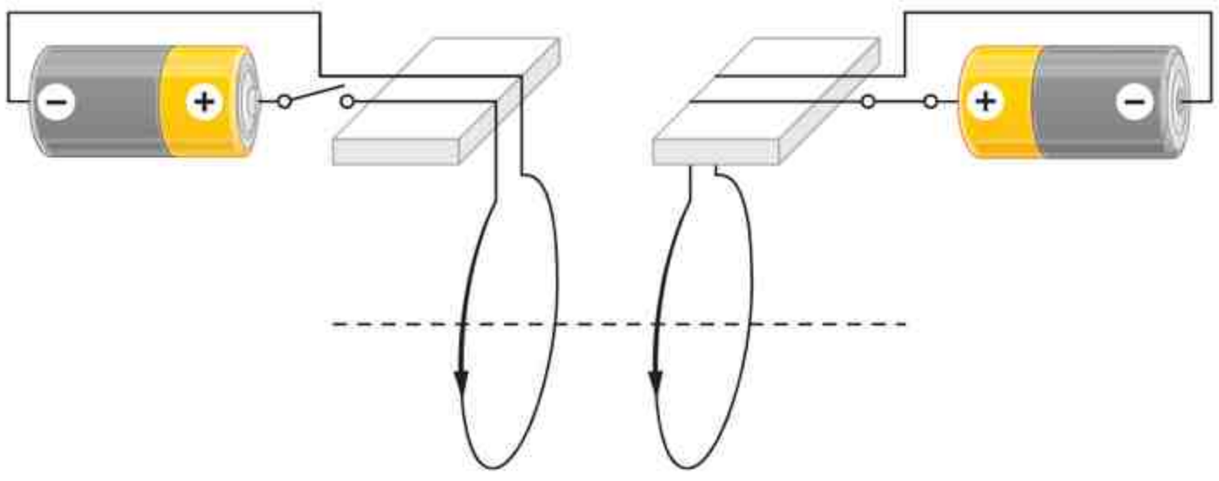
Pętla odchyli się w _____ .

B.



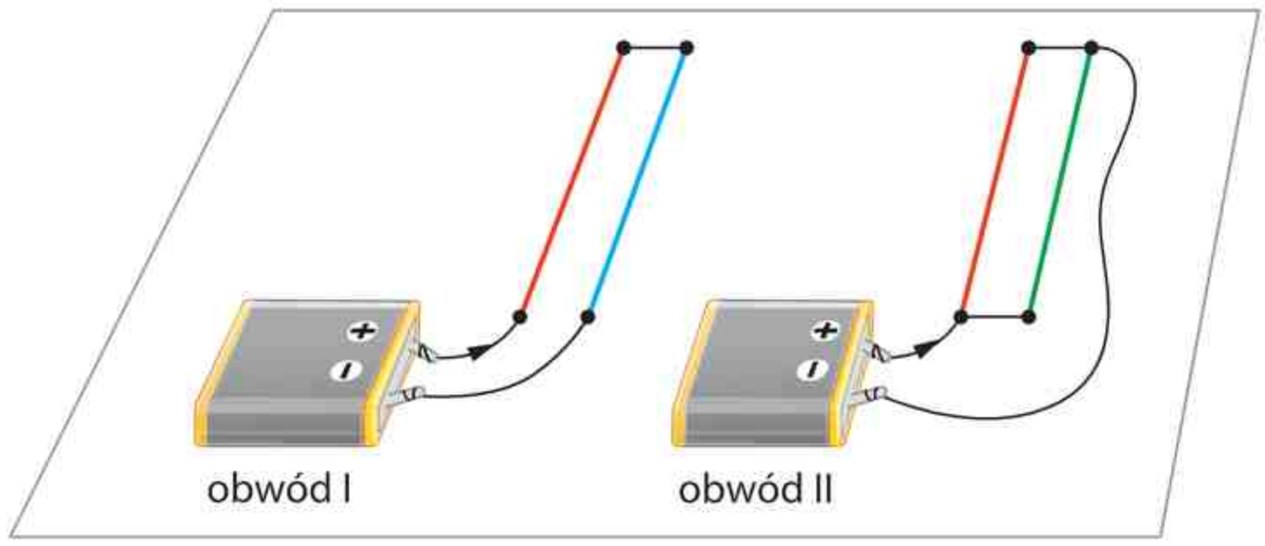
Pętla odchyli się w _____ .

D.



Lewa pętla odchyli się w _____ ,
a prawa pętla odchyli się w _____ .

2 Uczniowie chcieli zademonstrować wzajemne oddziaływanie przewodów, przez które płynie prąd, dlatego korzystając ze szkolnego zestawu do elektryczności, zbudowali dwa obwody przedstawione na rysunku poniżej. Aby lepiej zilustrować zjawisko fizyczne, użyli przewodów elektrycznych o różnych kolorach izolacji – czerwonego, niebieskiego i zielonego.

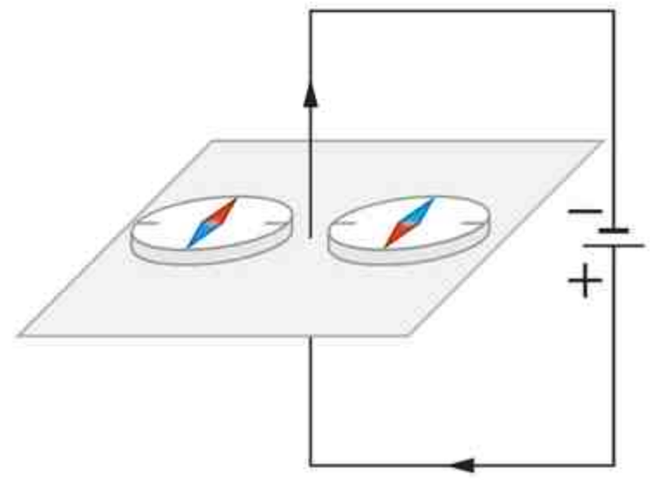


Przeanalizuj rysunek i **uzupełnij** zdania, wpisując odpowiednie barwy przewodów: *czerwony*, *niebieski*, *zielony*, a także charakter oddziaływania: *przyciągać się*, *odpychać się*, tak aby powstała informacja prawdziwa.

Przewody _____ i _____ będą _____.

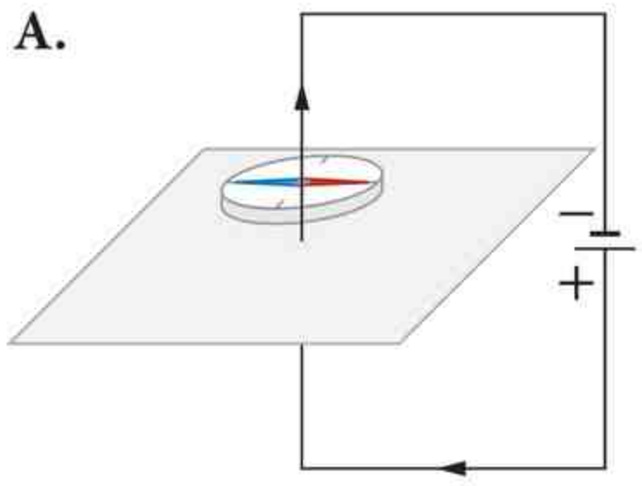
Przewody _____ i _____ będą _____.

3 Na rysunku obok pokazano ustawienie igieł kompasu w pobliżu przewodnika, przez który płynie prąd elektryczny.

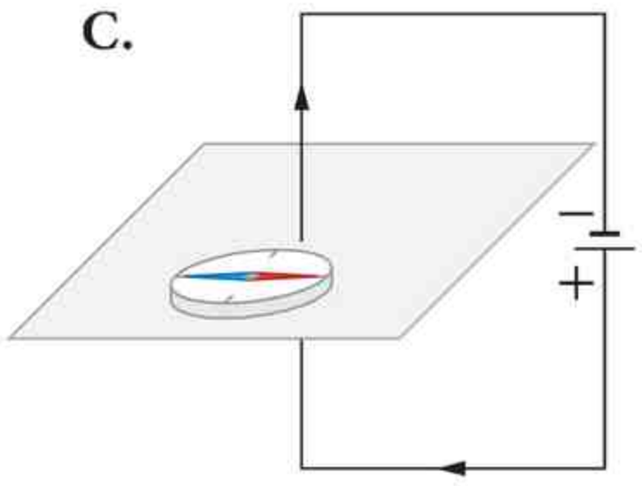


Zaznacz rysunki prawidłowo przedstawiające ustawienie igły magnetycznej kompasu obok przewodów, przez które płynie prąd.

A.

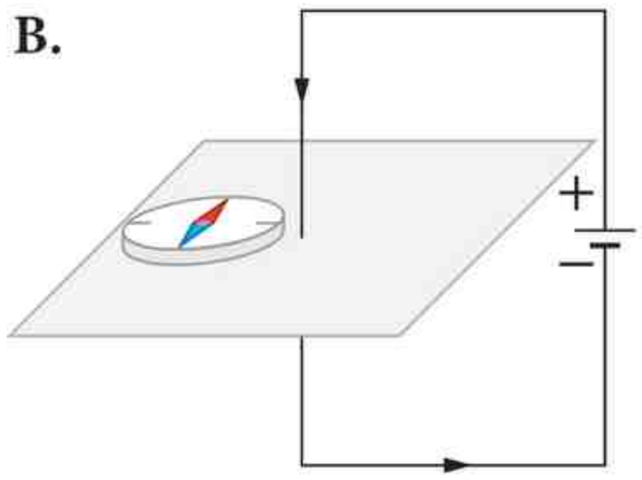


C.

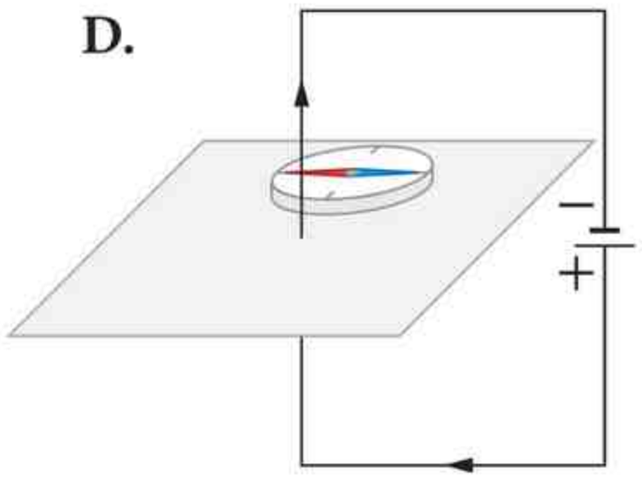


Opiłki żelaza wokół prostoliniowego przewodnika, przez który płynie prąd, układają się we współśrodkowe okręgi.

B.



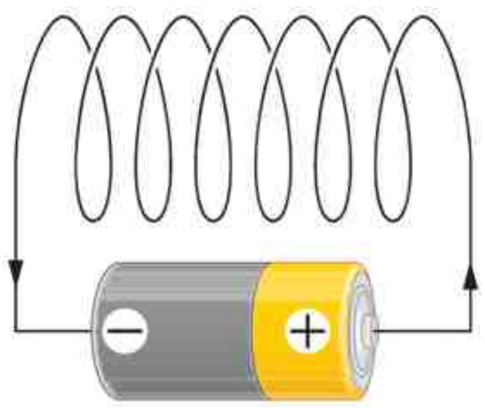
D.

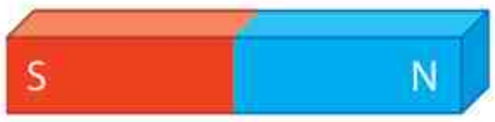


Skorzystaj z wniosku z doświadczenia Oersteda – patrz „Zapamiętaj!" na s. 54.

4 **Zaznacz** na rysunkach B i C bieguny magnesu, jeżeli wiadomo, że na rysunkach A i C magnes i zwojnica, przez którą płynie prąd, przyciągają się, a na rysunku B – odpychają.

A.





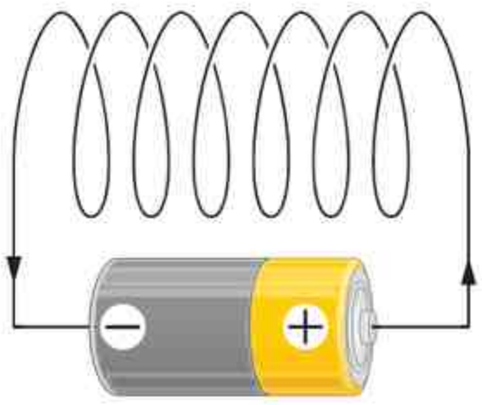
przyciąganie

Jeśli palce prawej ręki ułożysz tak, aby wskazywały kierunek przepływu prądu, to odgięty kciuk wskaże północny biegun magnetyczny zwojnicy.

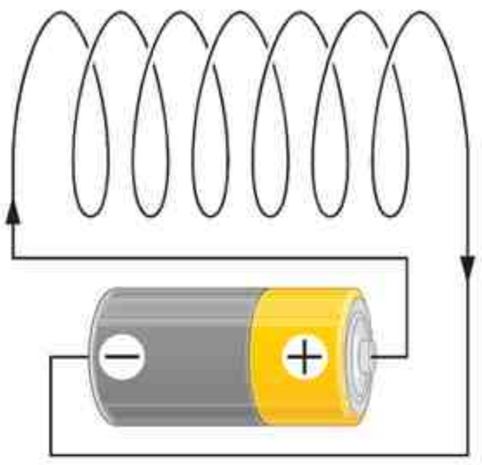
B.



odpychanie



C.





przyciąganie

Dla dociekliwych

5 **Sprawdź** doświadczalnie i **napisz**, w jaki sposób obok igły magnetycznej kompasu należy ustawić przewód, przez który płynie prąd, aby po włączeniu prądu w tym obwodzie igła się nie poruszyła.

Zapamiętaj!

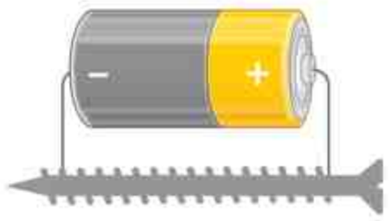
- Magnes oddziałuje na przewodnik z prądem elektrycznym.
- Ułożenie biegunów magnetycznych zwojnicy, przez którą płynie prąd, zależy od kierunku przepływu prądu.
- Przewodniki, przez które płynie prąd elektryczny, mają właściwości magnetyczne, dlatego oddziałują na igłę magnetyczną. Zmiana kierunku przepływu prądu powoduje wychylenie igły magnetycznej w przeciwną stronę – wykazało to doświadczenie Oersteda.
- Jeżeli w dwóch prostoliniowych przewodach prąd płynie w tę samą stronę, to przewody te się przyciągają. Jeżeli prąd płynie w przeciwne strony, to przewody te się odpychają.

13 Elektromagnes – budowa, działanie, zastosowanie

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8QKAS

Na dobry początek

1 **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań, tak aby powstała informacja prawdziwa.



Gdy z prawej strony gwoździa (patrz model elektromagnesu na rysunku obok) zbliżymy stalową szpilkę, będzie ona *odpychana/ przyciągana*. Gdy zbliżymy ją z lewej strony, będzie *odpychana/ przyciągana*.

Gdy zamienimy bieguny baterii i zbliżymy szpilkę z prawej strony gwoździa, to będzie ona *przyciągana/ odpychana*.

Gdy po prawej stronie gwoździa ustawimy igłę magnetyczną, a następnie zmienimy bieguny baterii, to igła *nie obróci się/ obróci się*.

Elektromagnes składa się ze zwojnicy i umieszczonego w niej rdzenia (np. ze stali miękkiej).

2 **Wskaż** właściwe uzupełnienia zdań i **dopisz** uzasadnienia swojego wyboru.

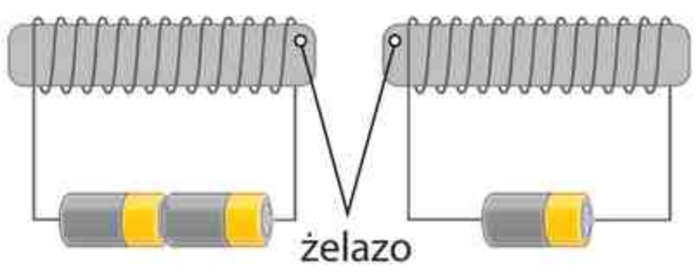
Spośród elektromagnesów A i B źródłem silniejszego oddziaływania magnetycznego będzie elektromagnes **A/ B**, ponieważ _____

_____

_____

_____

A. **B.**



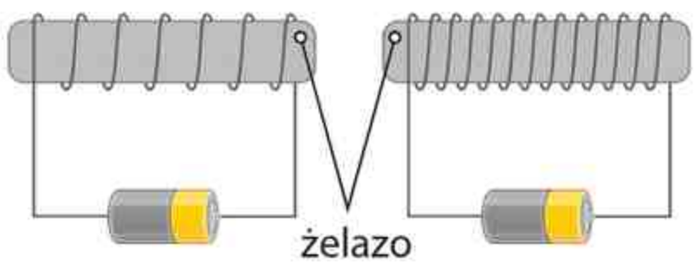
Spośród elektromagnesów C i D źródłem silniejszego oddziaływania magnetycznego będzie elektromagnes **C/ D**, ponieważ _____

_____

_____

_____

C. **D.**



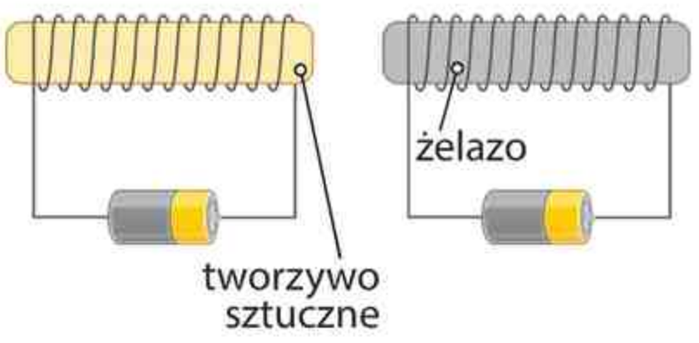
Spośród elektromagnesów E i F źródłem silniejszego oddziaływania magnetycznego będzie elektromagnes **E/ F**, ponieważ _____

_____

_____

_____

E. **F.**



Korzystam z informacji

Oddziaływania magnetyczne

Oddziaływania magnetycznie obserwujemy pomiędzy dwoma magnesami trwałymi, magnesem i elektromagnesem lub dwoma elektromagnesami. Występują naturalnie w przyrodzie, ale człowiek może je także wytworzyć sztucznie i wykorzystać do własnych celów.

Przyszłość transportu

Oddziaływanie pomiędzy elektromagnesami przypuszczalnie zrewolucjonizuje w przyszłości transport kolejowy. Już teraz są miejsca na świecie, gdzie z zawrotnymi prędkościami jeżdżą pociągi magnetyczne. Poruszają się one dzięki oddziaływaniom magnetycznym pomiędzy elektromagnesami umieszczonymi w dolnej części składu (zamiast kół) a elektromagnesami w szynach. Za ich sprawą pojazd nie tylko porusza się do przodu, lecz także unosi tuż nad szyną.

Bezpieczeństwo przede wszystkim

Brak mechanicznego kontaktu podwozia z podłożem eliminuje siły tarcia, które przy bardzo dużych prędkościach mogłyby doprowadzić do wibracji, a nawet wykolejenia się pociągu. Dodatkowo po bokach znajdują się elektromagnesy, które pełnią funkcję stabilizacyjną, np. na zakrętach.

W szanghajskich pociągach magnetycznych elektromagnesy pełniące funkcję kół umieszczone są pod szyną.

Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

3 a) **Wskaż** ciała, które mogą ze sobą oddziaływać magnetycznie.

A. magnes trwały z magnesem trwałym
B. magnes z kawałkiem drewna
C. poruszający się elektron z magnesem
D. magnes trwały z elektromagnesem
E. elektromagnes z elektromagnesem
F. poruszający się elektron z elektromagnesem

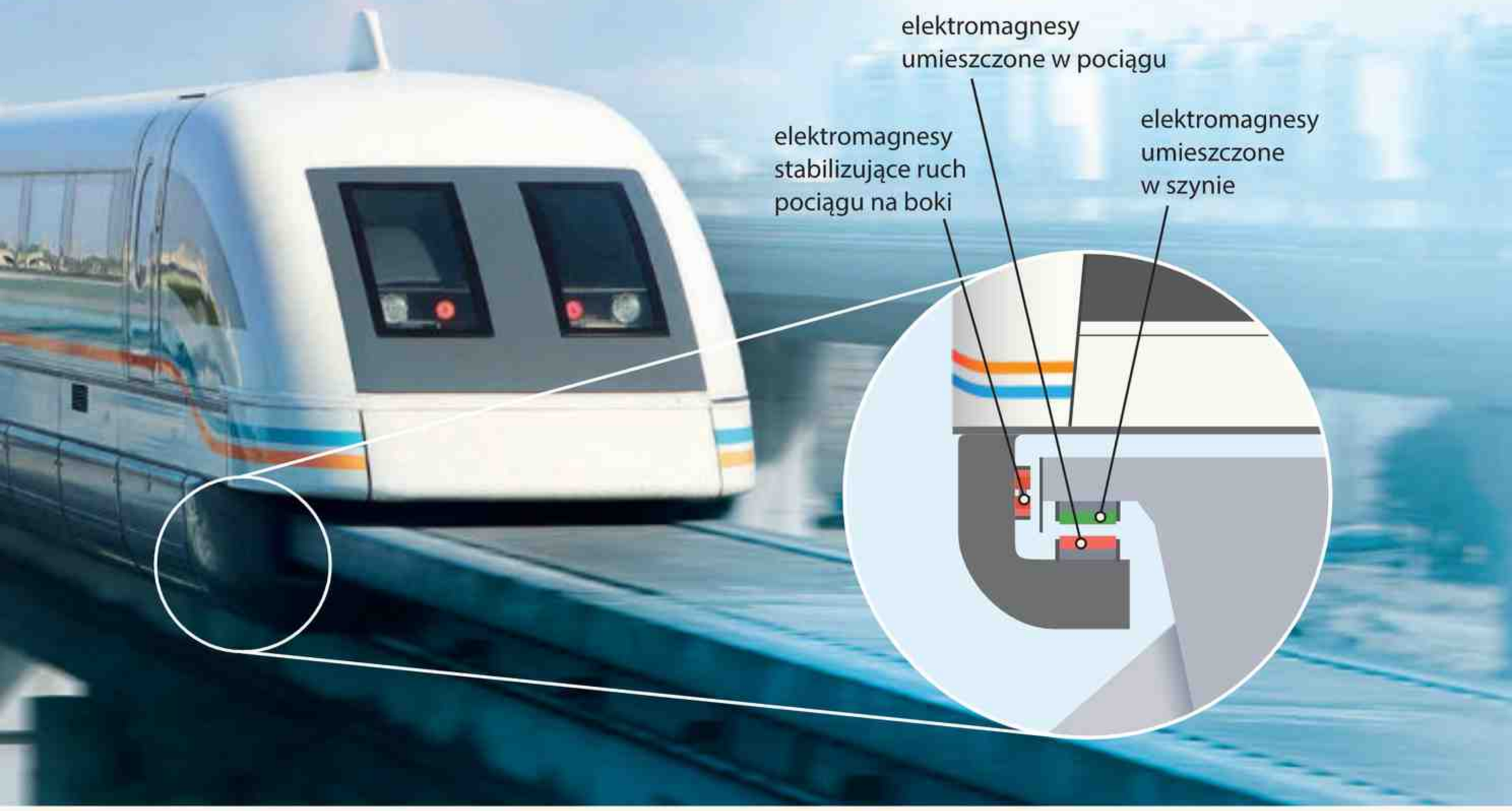
b) **Wskaż** poprawne uzupełnienia zdania.

Pociąg magnetyczny może przemieszczać się do przodu dzięki oddziaływaniom magnetycznym pomiędzy **A/ B** umieszczonymi w pociągu i **A/ B** znajdującymi się **C/ D/ E**.

A. magnesami trwałymi
B. elektromagnesami
C. w szynie
D. w lokomotywie
E. w słupach sieci trakcyjnej

30 kilometrów w 7 minut

Niestety ze względu na wysokie koszty takich inwestycji wciąż są one techniczną nowinką. Najdłuższą komercyjną linią kolei magnetycznej jest obecnie Shanghai Maglev Train w Chinach, łącząca centrum Szanghaju z oddalonym o 30 km lotniskiem. Podróż nią zajmuje 7 minut i 20 sekund, a pociąg z pasażerami osiąga maksymalną prędkość 431 $\frac{km}{h}$.



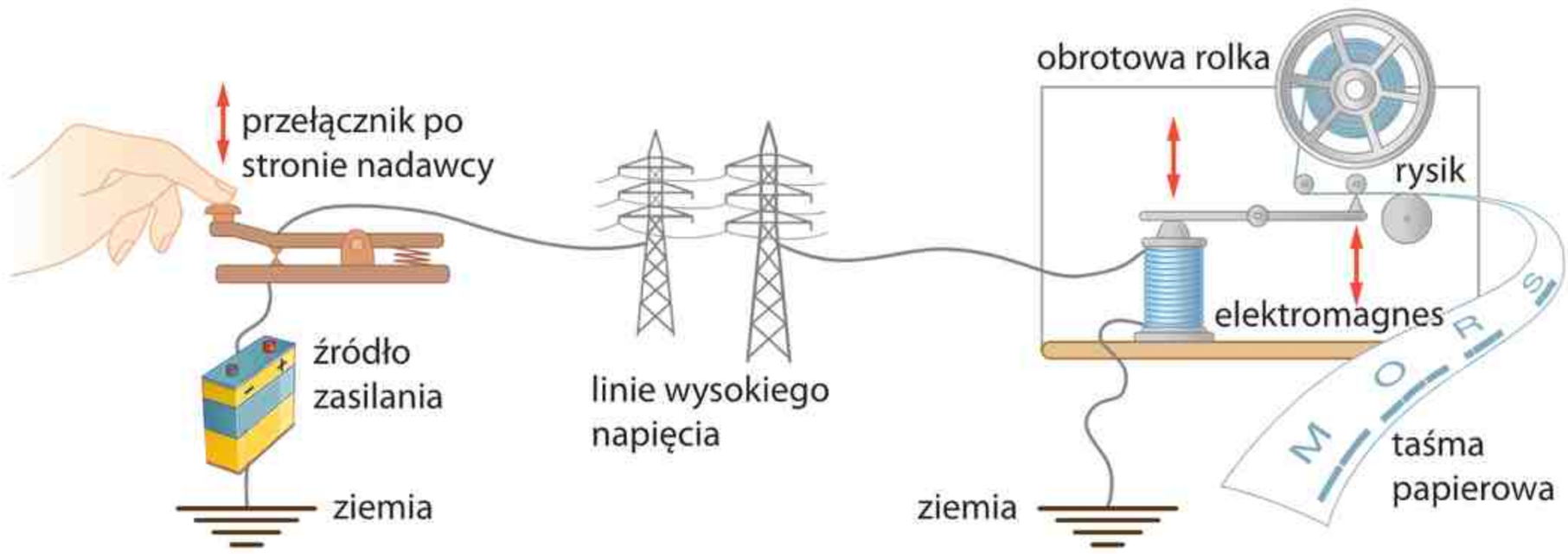
c) **Napisz** krótko, dlaczego pociągi magnetyczne mogą uzyskiwać większe prędkości niż tradycyjne pociągi, natomiast przy takiej samej prędkości jak tradycyjny pociąg zużywają mniej energii i są cichsze.

d) **Oblicz** średnią prędkość pociągu Shanghai Maglev Train na podstawie danych zawartych w tekście. **Porównaj** tę prędkość z prędkością pociągów ekspresowych (120 $\frac{km}{h}$).

4 **Zastanów się** i **podaj** po jednej wadzie i jednej zalecie elektromagnesów w porównaniu z magnesami trwałymi. Krótko **uzasadnij** odpowiedź.

Dla dociekliwych

5 W pierwszej połowie XIX w., dzięki odkryciom z dziedziny elektromagnetyzmu, udało się zbudować urządzenie zdolne przenosić informacje na odległość wielu kilometrów. Znacznie przyspieszyło to komunikację, w której wcześniej główną funkcję pełnili konni kurierzy. Niżej zamieszczono schemat ilustrujący w uproszczeniu działanie telegrafu.



a) **Podkreśl** nazwy zjawisk z dziedziny elektromagnetyzmu wykorzystanych w działaniu telegrafu.

- elektryzowanie ciał przez pocieranie
- przepływ prądu elektrycznego w cieczach
- wzajemne oddziaływanie magnesów trwałych
- elektryzowanie ciał przez dotyk
- zamiana energii elektrycznej w energię cieplną
- przepływ prądu elektrycznego w ciałach stałych
- oddziaływanie magnetyczne przewodnika, w którym płynie prąd, z ferromagnetykiem

b) **Wyszukaj** informacje o telegrafie i zwięźle **opisz** jego działanie.

Zapamiętaj!

- Zwojnica, przez którą płynie prąd elektryczny, wykazuje właściwości magnetyczne.
- Działanie zwojnicy można wzmocnić, umieszczając wewnątrz niej rdzeń wykonany ze stali miękkiej – powstanie wtedy **elektromagnes**.
- Działanie elektromagnesu może być wzmocnione przez zwiększenie liczby zwojów nawiniętych na rdzeń lub zwiększenie natężenia prądu płynącego w zwojnicy.

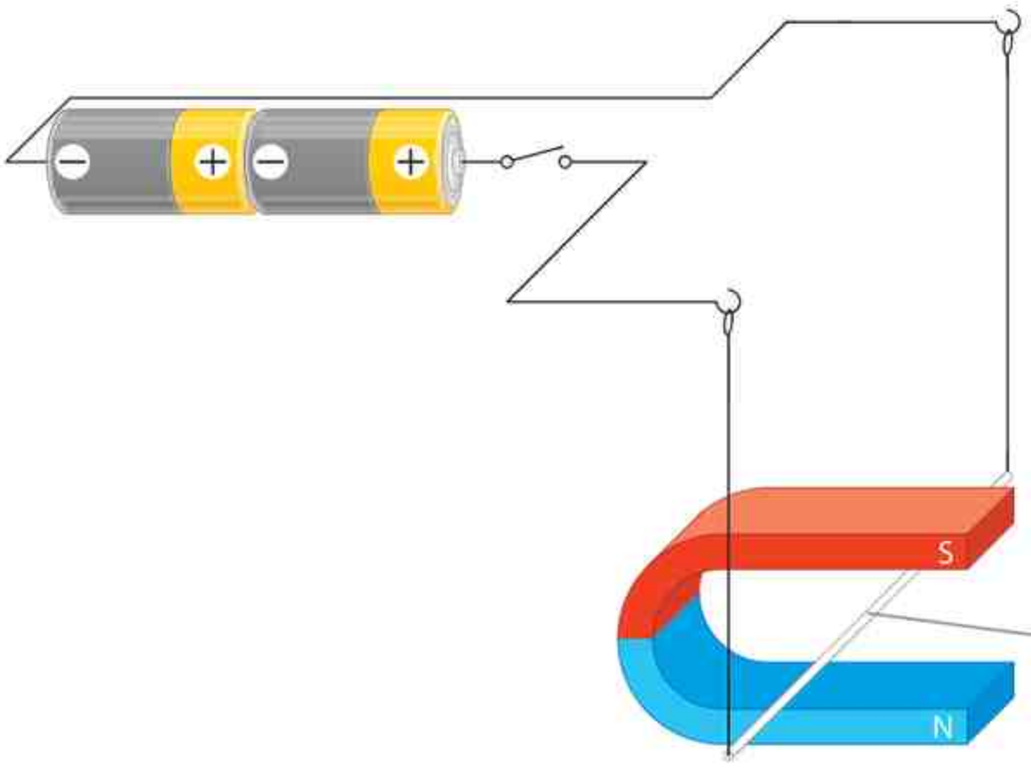
14 Oddziaływanie magnetyczne a silnik elektryczny

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8KQ9V

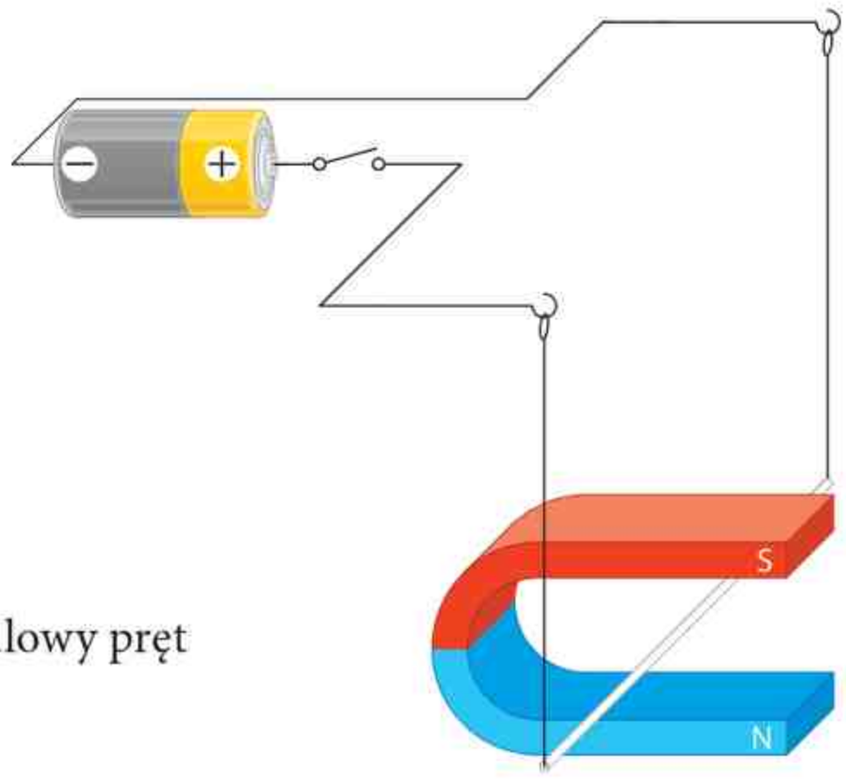
Na dobry początek

1 Na rysunkach A–D przedstawiono kolejne etapy doświadczenia, do którego użyto dwóch takich samych magnesów, przewodów, baterii i metalowego pręta. **Przeanalizuj** przedstawione sytuacje, **wskaż** poprawne uzupełnienia zdań i **dopisz** uzasadnienie.

A.



B.

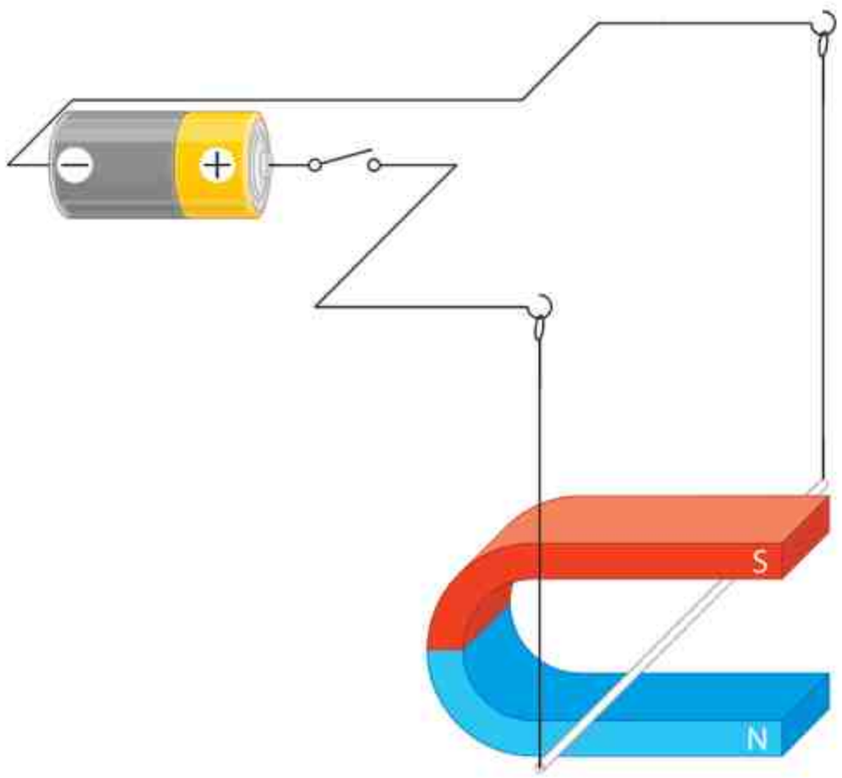


metalowy pręt

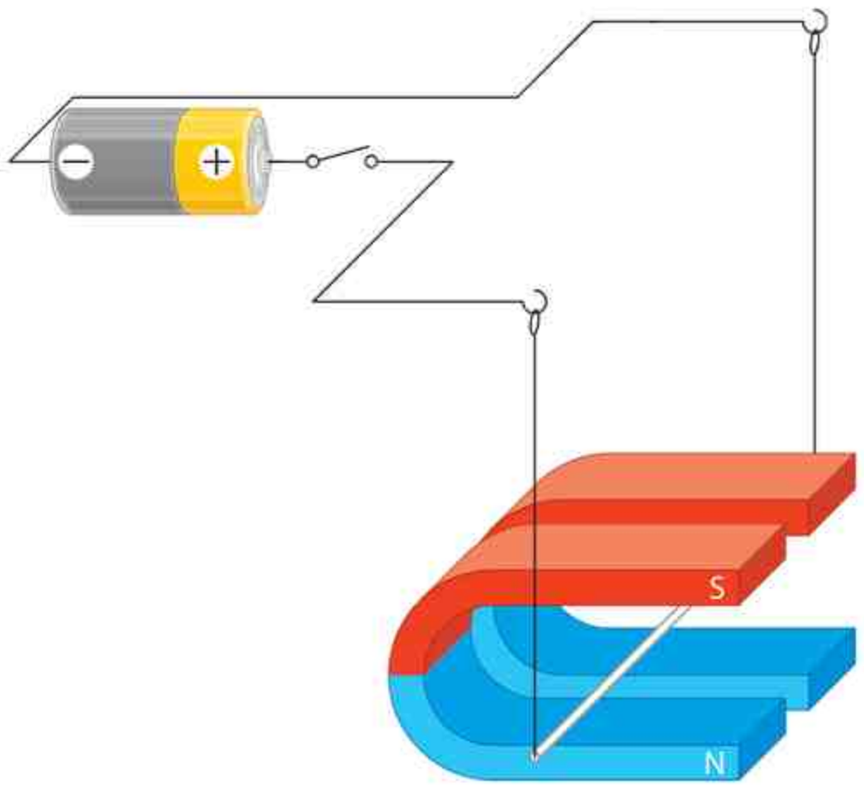
Po zamknięciu obwodu większa siła magnetyczna (elektrodynamiczna) będzie działać na pręt na rysunku **A**/ **B**, ponieważ _____

_____

C.



D.

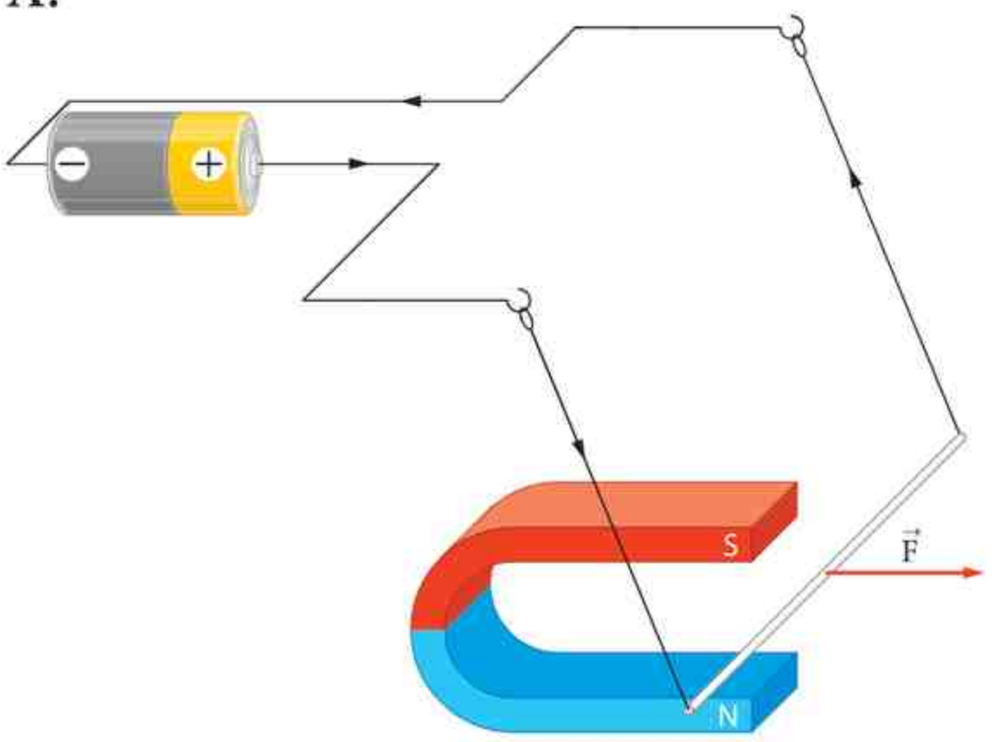


Po zamknięciu obwodu większa siła elektrodynamiczna będzie działać na pręt na rysunku **C**/ **D**, ponieważ _____

_____

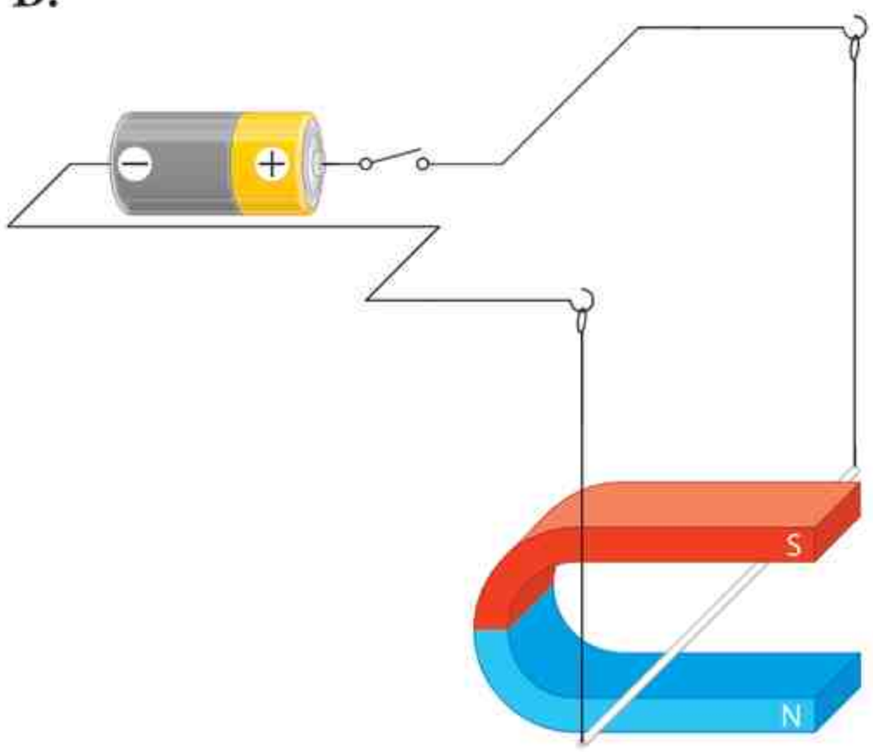
2 Na rysunku A na pręt, przez który płynie prąd elektryczny, działa siła magnetyczna (elektrodynamiczna) skierowana w prawo. **Przeanalizuj** sytuacje na rysunkach B–E i **określ**, w którą stronę będzie działać siła elektrodynamiczna po zamknięciu obwodu. **Podkreśl** właściwy wyraz.

A.



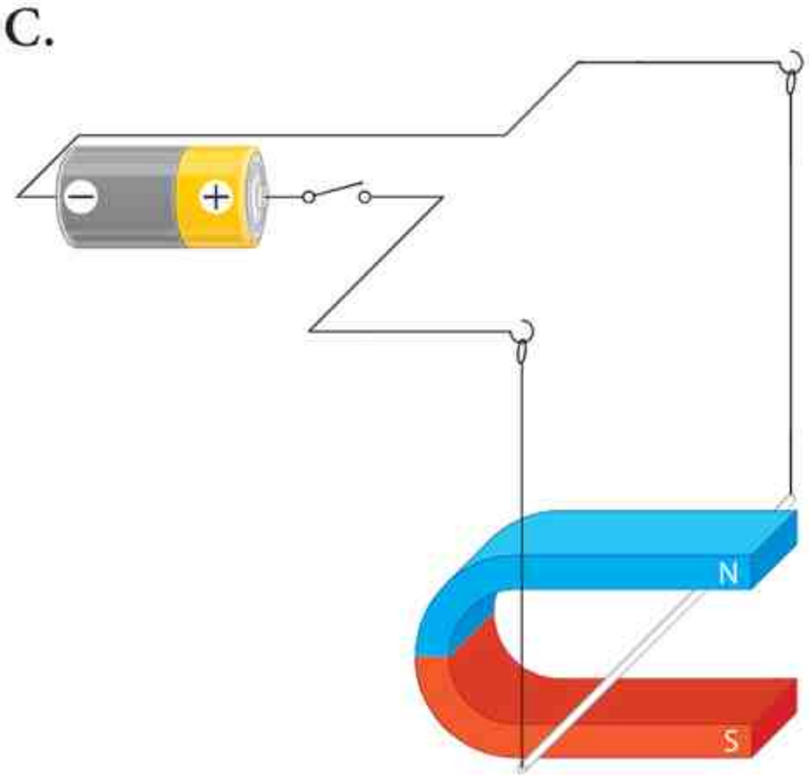
<u>prawo</u>/ lewo/ góra/ dół

B.



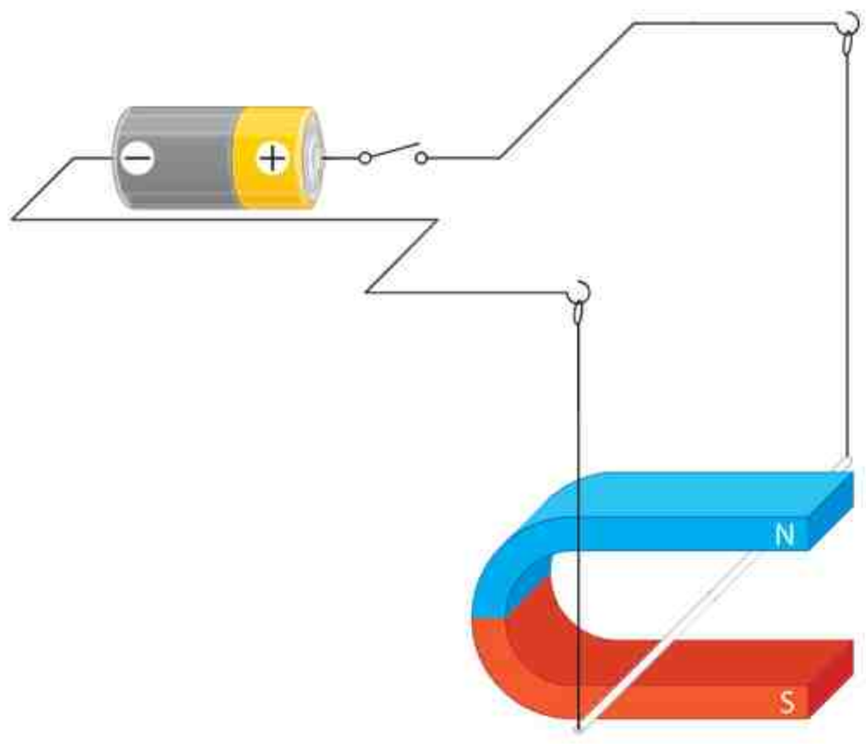
prawo/ lewo/ góra/ dół

C.



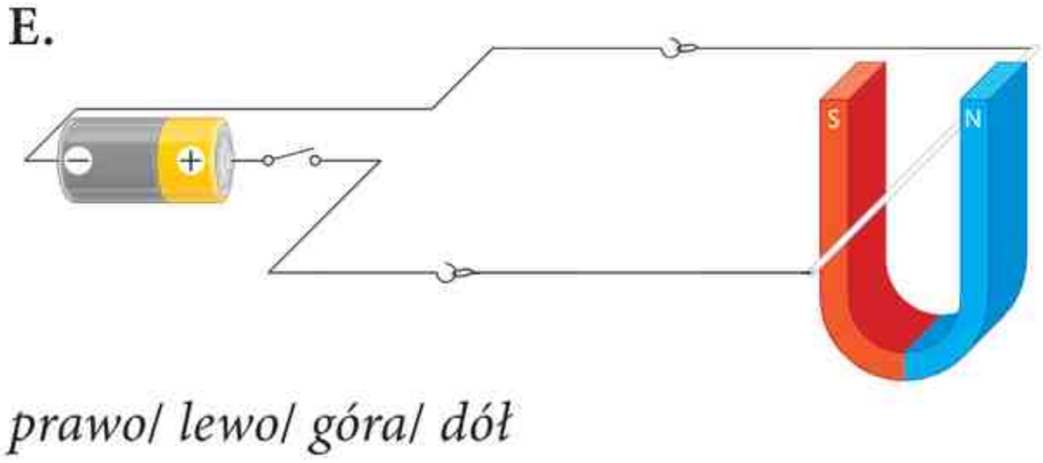
prawo/ lewo/ góra/ dół

D.



prawo/ lewo/ góra/ dół

E.



prawo/ lewo/ góra/ dół

Jeżeli zamienimy miejscami bieguny magnetyczne, siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem zmieni zwrot. Tak samo się stanie, gdy zmienimy kierunek płynącego prądu.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8NVZM

Dla dociekliwych

3 Silniki elektryczne mają dużo większą sprawność niż silniki spalinowe, dlatego że zawierają mniej ruchomych części. Dzięki temu opory ruchu są mniejsze, a także mniej dostarczonej energii zamienianej jest w ciepło.

Kiedy hulajnoga elektryczna porusza się z maksymalną prędkością 9 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, w obwodzie jej silnika, zasilanego napięciem 36 V, płynie prąd o natężeniu 30 A. Łączna siła tarcia i oporów powietrza działających wtedy na hulajnogę wynosi 100 N. **Oblicz** sprawność silnika tej hulajnogi.

Sprawność urządzenia to stosunek pracy (energii) użytecznej do dostarczonej energii.

Krok 1 **Wypisujemy** dane i szukane.

Krok 2 **Analizujemy** dane. Jeżeli pojazd porusza się z prędkością 9 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, to w ciągu każdej sekundy przebywa 9 metrów. Zatem w ciągu sekundy silnik pojazdu wykona pracę:

$$W = F \cdot s = _____ \text{ N} \cdot _____ \text{ m} = _____ \text{ J}.$$

Krok 3 Wiemy, że podczas jazdy z maksymalną prędkością w obwodzie silnika zasilanego napięciem 36 V płynie prąd o natężeniu 30 A. Zatem **możemy obliczyć** moc tego silnika:

$$P = U \cdot I = _____ \text{ V} \cdot _____ \text{ A} = _____ \text{ W}.$$

Krok 4 **Zauważamy**, że w ciągu każdej sekundy silnik czerpie z baterii energię:

$$E = P \cdot t = _____ \cdot _____ = _____ \text{ J}.$$

Krok 5 **Obliczamy** sprawność silnika hulajnogi:

$$\eta = \frac{W}{E} = \frac{_____ \text{ J}}{_____ \text{ J}} \approx ____ \approx ____ \%.$$

Sprawność najczęściej podajemy w procentach i oznaczamy grecką literą η (eta).

Krok 6 **Zapisujemy** odpowiedź:

Zapamiętaj!

- Na przewodnik umieszczony w pobliżu magnesu lub innego przewodnika z prądem działa **siła magnetyczna (elektrodynamiczna)**.
- Wartość siły magnetycznej zależy od: natężenia prądu, długości przewodnika, właściwości magnesu.
- **Silniki elektryczne** działają dzięki wzajemnemu oddziaływaniu magnesów z elektromagnesami lub elektromagnesów z elektromagnesami, czyli dzięki wykorzystaniu siły magnetycznej.

Dziennik laboratoryjny — Substancje a oddziaływania magnetyczne — Temat 11

- **Cel:** Sprawdzenie, jak różne substancje wpływają na oddziaływanie magnetyczne.
- **Potrzebne będą:** magnes neodymowy, patyczek do szaszłyków, nitka, spinacz biurowy, linijka lub listewka, kilka książek, taśma klejąca, tekturka, mała szybka albo małe lusterko, plastikowa płytka (np. pokrywka od pudełka), korkowa lub drewniana podkładka pod kubek, stalowa płytka (ewentualnie zakrętka od dużego słoika), stalowa kulka, stalowa nakrętka na śrubę.

Przebieg doświadczenia:

1. Magnes przyklej taśmą klejącą na środku linijki lub listewki.
2. Jeden koniec nitki przywiąż do spinacza biurowego, a drugi pośrodku patyczka do szaszłyków. Nitkę do spinacza przywiąż tak, aby można było regulować jej długość.
3. Patyczek do szaszłyków połóż na stole, a oba końce dociśnij stosami książek o wysokości kilkunastu centymetrów (pomiędzy stosami powinna być kilkunastocentymetrowa przerwa).
4. Na książkach połóż linijkę lub listewkę z magnesem skierowanym w dół.



5. Unieś spinacz w pobliże magnesu. Wyreguluj długość nici tak, aby nitka była napięta, a między spinaczem i magnesem był przynajmniej kilkucentymetrowy odstęp (im większy, tym lepiej).
6. Wsuwaj między spinacz i magnes kolejno: tekturkę, szybkę lub lusterko, plastikową płytkę, korkową podkładkę pod kubek. Obserwuj zachowanie układu.
7. Na końcu wsuń stalową płytkę. **Uwaga.** Trzymaj płytkę bardzo mocno, uważając, aby nie dotknęła magnesu w trakcie wsuwania. Jeśli przyczepi się do magnesu, powtórz ten punkt doświadczenia.
8. Zanotuj swoje obserwacje.

9. Aby lepiej zrozumieć, jak ferromagnetyk izoluje wnętrze przed oddziaływaniem magnetycznym, połóż stalową kulkę pośrodku stalowej nakrętki. Następnie powoli zbliżaj z boku magnes do nakrętki. **Uwaga.** Przytrzymuj mocno magnes i nakrętkę, aby magnes się do niej nie przyczepił.



10. Gdy magnes będzie blisko nakrętki, podnieś ją. Zanotuj obserwacje i wnioski.

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F8SHNL

E

Sposób na zadanie

Wnioskowanie na podstawie wyników doświadczeń

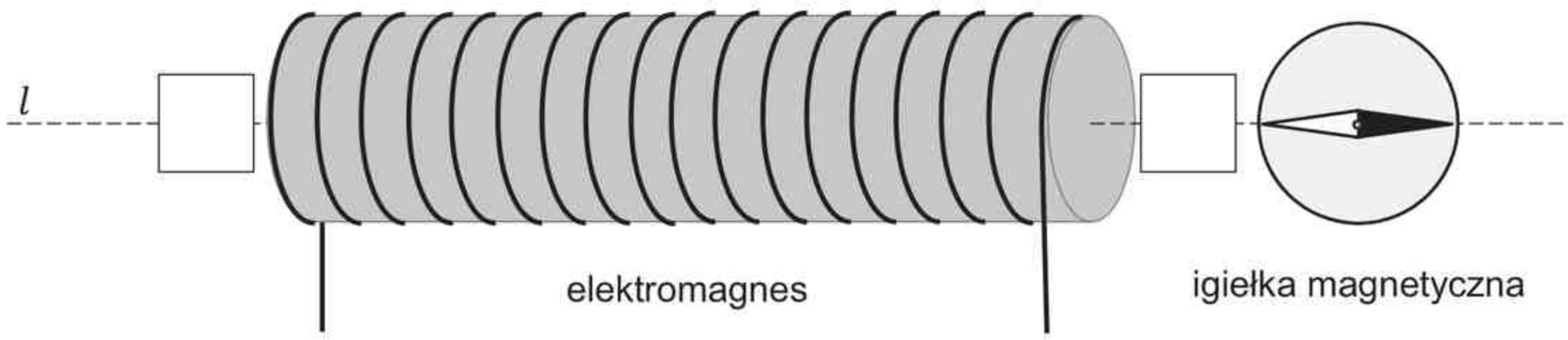
Zadanie 9. Elektromagnes CKE Grudzień 2020

Marek badał oddziaływanie elektromagnesu na igiełkę magnetyczną oraz oddziaływanie między elektromagnesami.

Zadanie 9.1. (0–1)

W pierwszym doświadczeniu Marek umieścił igiełkę magnetyczną w pobliżu elektromagnesu zasilanego prądem stałym. Środek igiełki leżał na osi *l* tego elektromagnesu. Igiełka ustawiła się tak, jak pokazano na rysunku 1. Północny biegun igiełki zamalowano na czarno.

Rysunek 1.



Wpisz w obie kratki na rysunku 1. oznaczenia biegunów magnetycznych elektromagnesu (N – oznacza biegun północny, S – oznacza biegun południowy).

Rozwiązanie:

Magnesy ustawione do siebie przeciwnymi biegunami się przyciągają. Z treści zadania i rysunku wynika, że w białej części igiełki magnetycznej znajduje się biegun południowy. Południowy biegun magnetyczny ustawia się zatem w pobliżu północnego bieguna magnetycznego innego magnesu lub elektromagnesu. Z prawej strony elektromagnesu jest zatem biegun północny. Oznacza to, że z lewej strony magnesu jest biegun południowy, gdyż każdy magnes lub elektromagnes ma dwa bieguny magnetyczne – północny oraz południowy.

Odpowiedź: W lewą kratkę należy wpisać literę S, a w prawą – literę N.

Ważne!

- Zarówno elektromagnes w kształcie zwojnicy, jak i pojedyncza pętla z przewodnika, przez którą płynie prąd, mają po przeciwnych stronach dwa bieguny magnetyczne – północny i południowy.
- Igła magnetyczna ustawi się swoim północnym biegunem magnetycznym w pobliżu południowego bieguna magnetycznego magnesu lub elektromagnesu.
- Igła magnetyczna ustawi się swoim południowym biegunem magnetycznym w pobliżu północnego bieguna magnetycznego magnesu lub elektromagnesu.
- Zmiana kierunku przepływu prądu w elektromagnesie sprawia, że bieguny magnetyczne zamieniają się miejscami.
- Z poprzedniego punktu wynika, że jeśli prąd w dwóch pętlach z prądem lub dwóch zwojnicach płynie w tę samą stronę, to te pętle lub zwojnice będą się przyciągać, a jeżeli prąd płynie w przeciwne strony, to pętle lub zwojnice będą się odpychać.

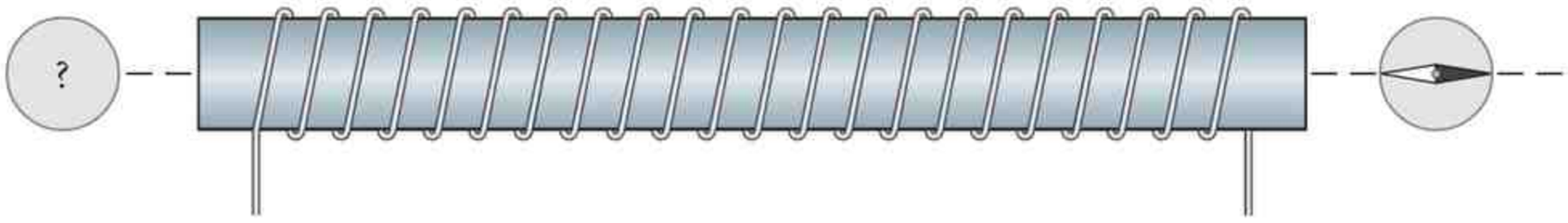
E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F87C7Y

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Z prawej strony elektromagnesu igła magnetyczna ustawiła się tak, jak pokazano na rysunku poniżej.



Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A lub B i jej uzasadnienie 1. albo 2.

Igła magnetyczna znajdująca się z lewej strony magnesu ustawi się

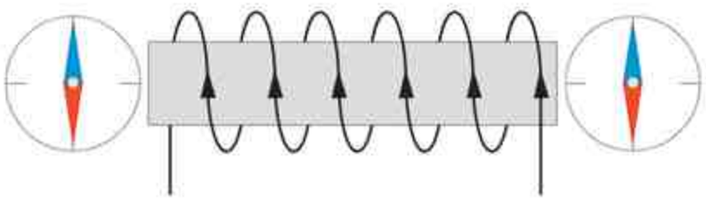
A.	czarnym końcem w kierunku magnesu,	ponieważ	**1.**	z lewej strony elektromagnesu jest taki sam biegun magnetyczny jak przy czarnym końcu igły magnetycznej.
B.	białym końcem w kierunku magnesu,		**2.**	z lewej strony elektromagnesu jest przeciwny biegun magnetyczny do bieguna z prawej strony.

2. Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

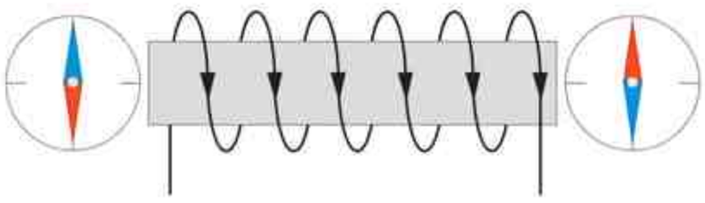
1.	Gdy stosujemy regułę prawej dłoni, to kciuk wskazuje położenie północnego bieguna elektromagnesu.	P	F
2.	Kciuk prawej dłoni wskazuje, jak ustawi się biegun północny igiełki, która jest w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem.	P	F
3.	Reguła lewej dłoni służy do wyznaczania wskazywanego przez kciuk zwrotu siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym.	P	F

3. Wskaż rysunek przedstawiający właściwe ustawienie igieł magnetycznych kompasów w pobliżu elektromagnesu, przez który płynie prąd.

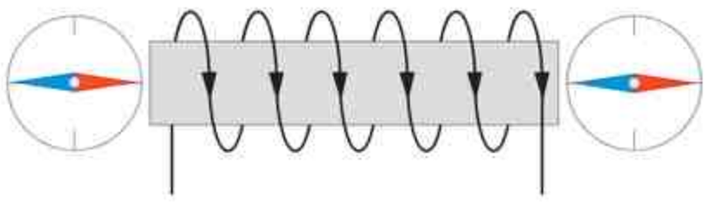
A.



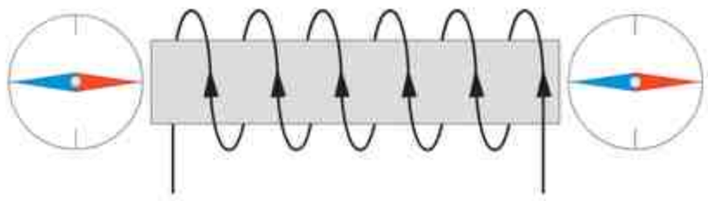
C.



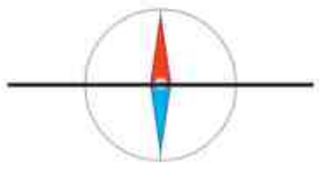
B.



D.



4. Nad kompasem ustawiono przewód tak, jak pokazano na rysunku obok.



Przeanalizuj opisaną sytuację i wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Ustawienie bieguna północnego igiełki można określić, stosując regułę prawej dłoni. Gdy przez przewód zacznie płynąć w prawą stronę prąd o bardzo dużym natężeniu, to biegun północny igiełki ustawi się tak, jak **A/ B**, co przedstawiono na rysunku **C/ D**.

A. wskazuje kciuk **B.** wskazują cztery palce **C.**



D.



IV. Drgania i fale

15 Ruch drgający

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8ZQPT

Na dobry początek

1 **Wpisz** w kratkę pod zdjęciem literę R, jeżeli na zdjęciu jest urządzenie z placu zabaw, na którym dziecko będzie się poruszało ruchem drgającym.





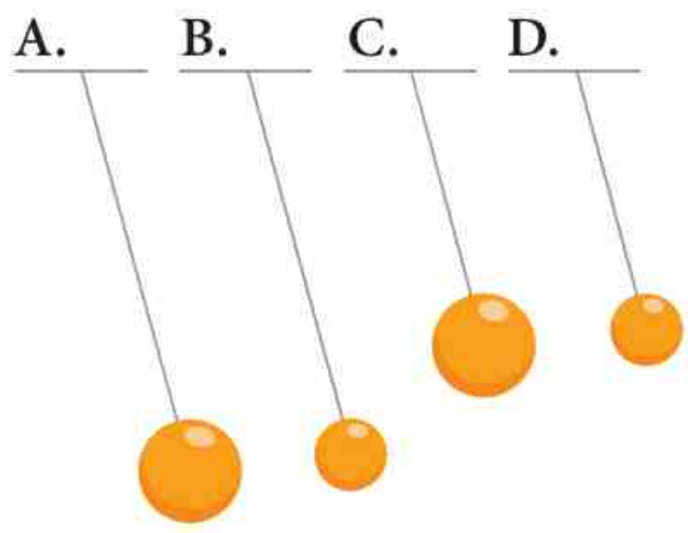




2 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Jednostką częstotliwości jest sekunda.	P	F
2.	W ruchu drgającym tor ruchu ciała jest zawsze odcinkiem.	P	F
3.	Drgające ciało przechodzi przez położenie równowagi w równych odstępach czasu.	P	F
4.	Im mniejsza masa wahadła sprężynowego, tym krótszy okres jego drgań.	P	F

3 Dwie identyczne małe kule i dwie identyczne duże kule – wszystkie wykonane z tego samego materiału (tzn. o tej samej gęstości) – zawieszono na niciach o dwóch różnych długościach (patrz rysunki A–D).



a) **Uzupełnij** poniższe zdania tak, aby powstały informacje prawdziwe.

Okres drgań wahadła A jest taki sam jak wahadła _____.

Okres drgań wahadła D jest taki sam jak wahadła _____.

Z najmniejszą częstotliwością drgają wahadła _____ oraz _____.

Najkrótszy okres drgań mają wahadła _____ oraz _____.

Okres drgań ciężarka zawieszonego na nici nie zależy od masy ciężarka, zależy natomiast od długości nici.

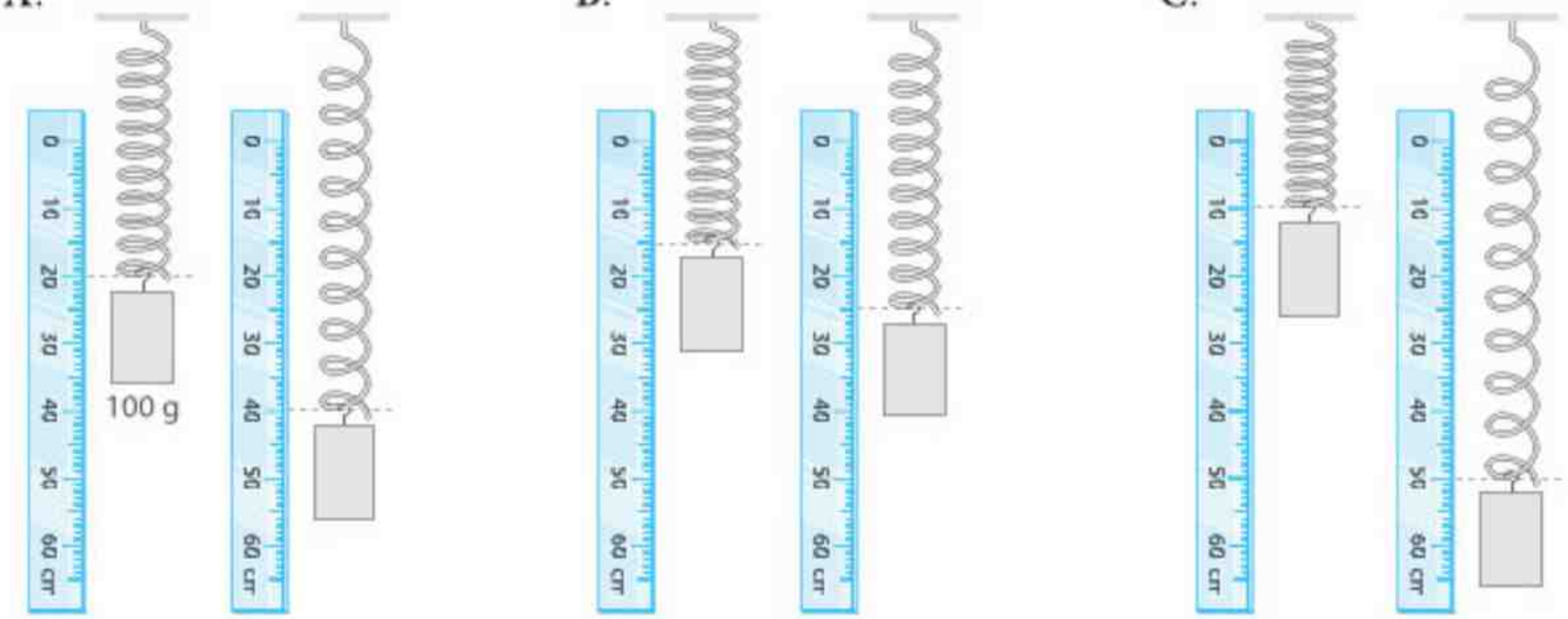
b) **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdania.

Im dłuższa nić wahadła, tym okres jego drgań jest *dłuższy/ krótszy*, a częstotliwość *większa/ mniejsza*.

4 Aby określić amplitudę i położenie równowagi drgającego ciężarka zawieszonego na sprężynie, umieszczono obok niego linijkę. Na rysunkach pokazano minimalne oraz maksymalne wychylenie końca sprężyny.

Wyznacz amplitudę drgań i położenie równowagi ciężarków na rysunkach B i C. Posłuż się przykładem rozwiązania dla rysunku A.

A. B. C.



Przykład rozwiązania dla rysunku A:

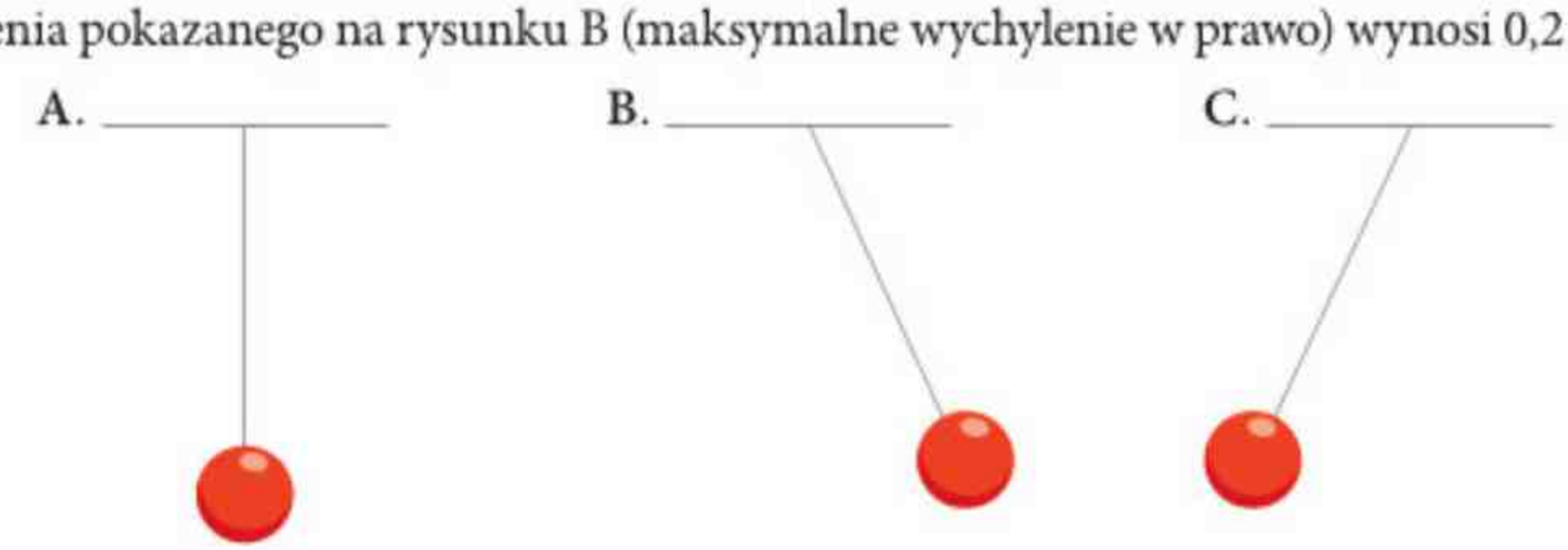
- minimalne wychylenie: 20 cm, maksymalne wychylenie: 40 cm
- amplituda drgań:

$$\frac{40\text{ cm} - 20\text{ cm}}{2} = 10\text{ cm}$$

- położenie równowagi:

$$20\text{ cm} + 10\text{ cm} = 30\text{ cm} \quad \text{lub} \quad 40\text{ cm} - 10\text{ cm} = 30\text{ cm}$$

5 Najkrótszy czas przejścia wahadła z położenia pokazanego na rysunku A (położenie równowagi) do położenia pokazanego na rysunku B (maksymalne wychylenie w prawo) wynosi 0,2 s.



Czas między kolejnymi przejściami przez położenie równowagi jest równy połowie okresu drgań.
Czas przejścia z położenia równowagi do maksymalnego wychylenia to ćwierć okresu drgań.

Określ i **zapisz:**

a) najkrótszy czas przejścia wahadła z położenia B do położenia C (czyli do maksymalnego wychylenia w lewo) – _____

b) okres drgań tego wahadła – _____

c) częstotliwość drgań wahadła – _____

Przykład

Metronom to przyrząd do odmierzania tempa utworu muzycznego. Jego najważniejszym elementem jest odwrócone wahadło z ciężarkiem, które, przechodząc przez położenie równowagi, wydaje charakterystyczne stuknięcie. Dzięki regulacji położenia ciężarka można zmieniać szybkość drgań wahadła. W zależności od tego liczba uderzeń może wynosić od 40 do 208 na minutę. Wahadło pewnego metronomu wykonuje 48 uderzeń na minutę. Oblicz okres i częstotliwość drgań tego wahadła.



Dane:
48 uderzeń/min

Szukane:
$T = ?$
$f = ?$

Rozwiązanie:

Wahadło wydaje dźwięk przy każdym przejściu przez położenie równowagi, a więc dwa razy w ciągu okresu. 48 uderzeń to 24 okresy w ciągu 60 s, zatem pełne drganie trwa:

$$60\ \text{s} : 24 = 2{,}5\ \text{s}$$ – jest to okres drgań T.

Częstotliwość to z definicji odwrotność okresu, więc jest równa:

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{2{,}5\ \text{s}} = 0{,}4\ \text{Hz}.$$

Odpowiedź: Okres drgań metronomu wynosi 2,5 s, a częstotliwość 0,4 Hz.

6 Na podstawie powyższego przykładu **oblicz** okres drgań i częstotliwość wahadła metronomu, gdy wykonuje ono:

a) 72 uderzenia na minutę (tempo *adagio* – wolno),

b) 150 uderzeń na minutę (tempo *allegro* – ruchliwie).

Dla dociekliwych

7 W kosmosie wyznaczenie masy nie jest takie proste. Na powierzchni Ziemi waga mierzy siłę nacisku, jaki wywiera ciało, i na tej podstawie oblicza masę, korzystając z faktu, że na płaskiej powierzchni ciało o masie 1 kg naciska na wagę siłą około 9,8 N. W kosmosie z powodu nieważkości obiekty nie naciskają na siebie wzajemnie. Znaleziono jednak sprytny sposób, aby wyznaczyć masę z pominięciem siły nacisku. **Poszukaj** informacji na temat pomiaru masy w stanie nieważkości i **opisz** go w kilku zdaniach.



Zapamiętaj!

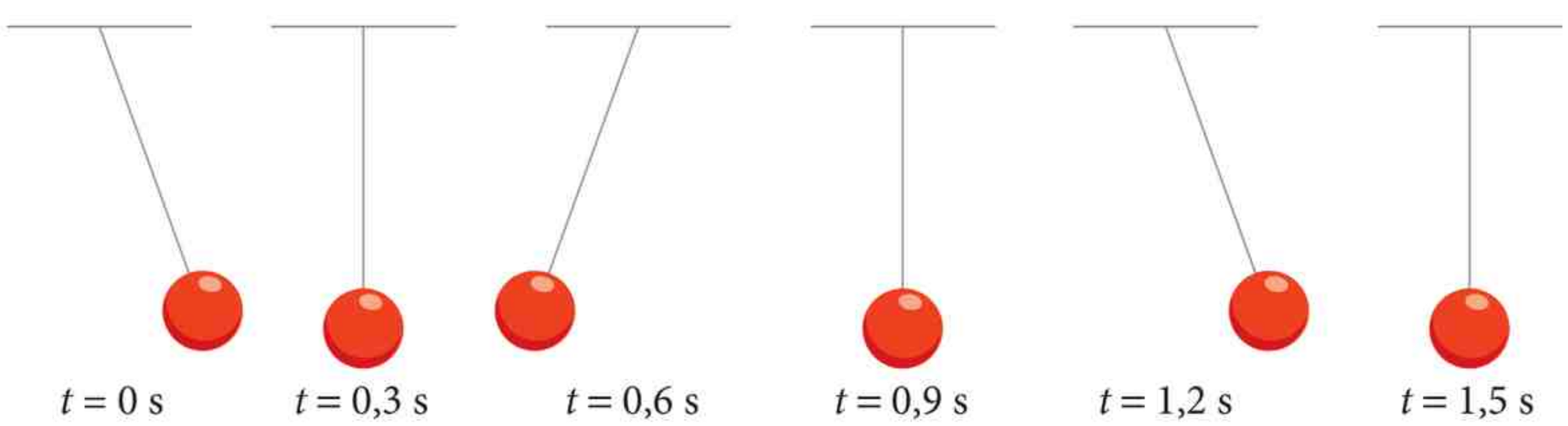
- **Ruch drgający** to ruch, w którym ciało cyklicznie przemieszcza się tam i z powrotem po tym samym torze.
- Amplituda A, okres T i częstotliwość f drgań to wielkości opisujące ruch drgający.
- Największe wychylenie z położenia równowagi ciała drgającego nazywamy **amplitudą**.
- **Okres drgań** to czas jednego pełnego drgania (wahnięcia).
- Jednostką okresu jest sekunda (s).
- Częstotliwość drgań można obliczyć ze wzorów: $f = \frac{1}{T}$ lub $f = \frac{n}{t}$, gdzie: f – częstotliwość drgań, T – okres drgań, n – liczba cykli drgań, t – czas trwania n cykli drgań.
- Jednostką częstotliwości jest **herc**, $1\ \text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$.

16 Wykresy ruchu drgającego. Przemiany energii

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F81ZFL

Na dobry początek

1 Na rysunkach przedstawiono położenia wahadła, którego okres drgań wynosi 1,2 s.



a) Wpisz w zdaniach odpowiednie wartości.

Energia potencjalna grawitacji wahadła rośnie między 0,3 s a 0,6 s oraz _____.

Energia kinetyczna wahadła rośnie między 0 s a 0,3 s, 0,6 s a 0,9 s oraz _____.

Prędkość wahadła jest największa w chwilach: 0,3 s, _____ oraz 1,5 s.

Prędkość wahadła wynosi zero w chwilach: _____, _____ oraz 1,2 s.

Energia kinetyczna wahadła jest największa w chwilach: _____, _____ oraz _____.

Energia potencjalna grawitacji wahadła jest największa w chwilach: _____, _____ oraz _____.

b) Oblicz częstotliwość drgań wahadła.

2 Na wykresie przedstawionono zależność położenia od czasu dla drgającego ciężarka zawieszonego na sprężynie. Wychylenie w górę względem położenia równowagi zaznaczono na wykresie jako dodatnie, natomiast wychylenie w dół – jako ujemne.

Wskaż zdania prawdziwe.

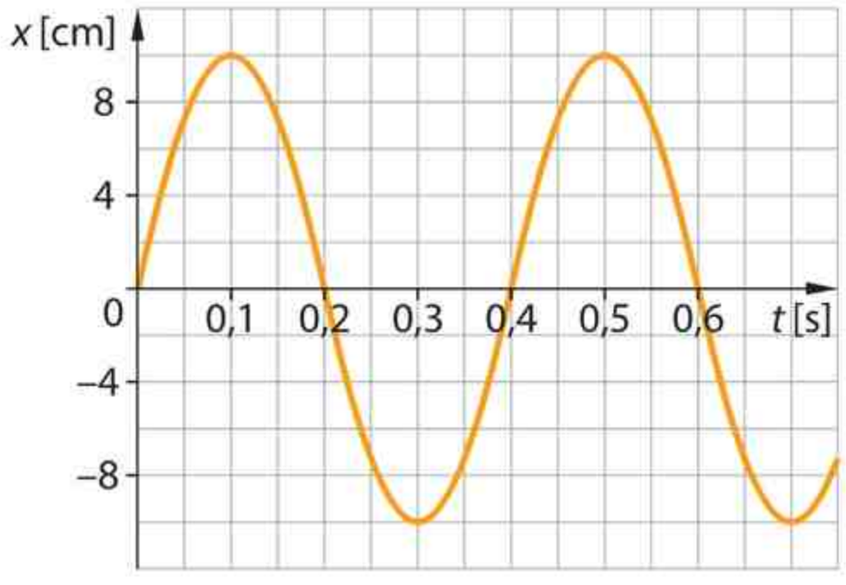
A. Amplituda drgań wynosi 20 cm.

B. Okres drgań wynosi 0,2 s.

C. Częstotliwość drgań wynosi 2,5 Hz.

D. W chwili $t = 0$ s ciężarek przechodził przez położenie równowagi.

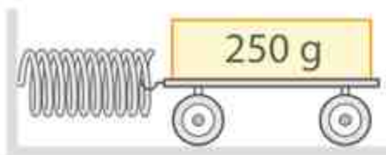
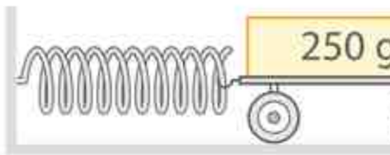
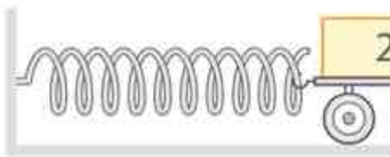
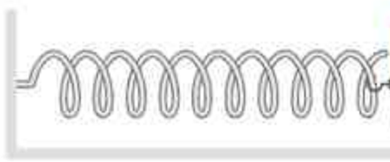
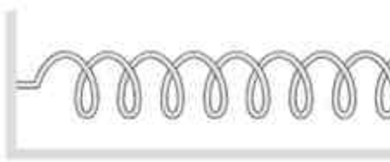
E. Po 0,3 s ruchu ciężarek był maksymalnie wychylony w górę.



F. Po 0,6 s ruchu ciężarek przechodził przez położenie równowagi.

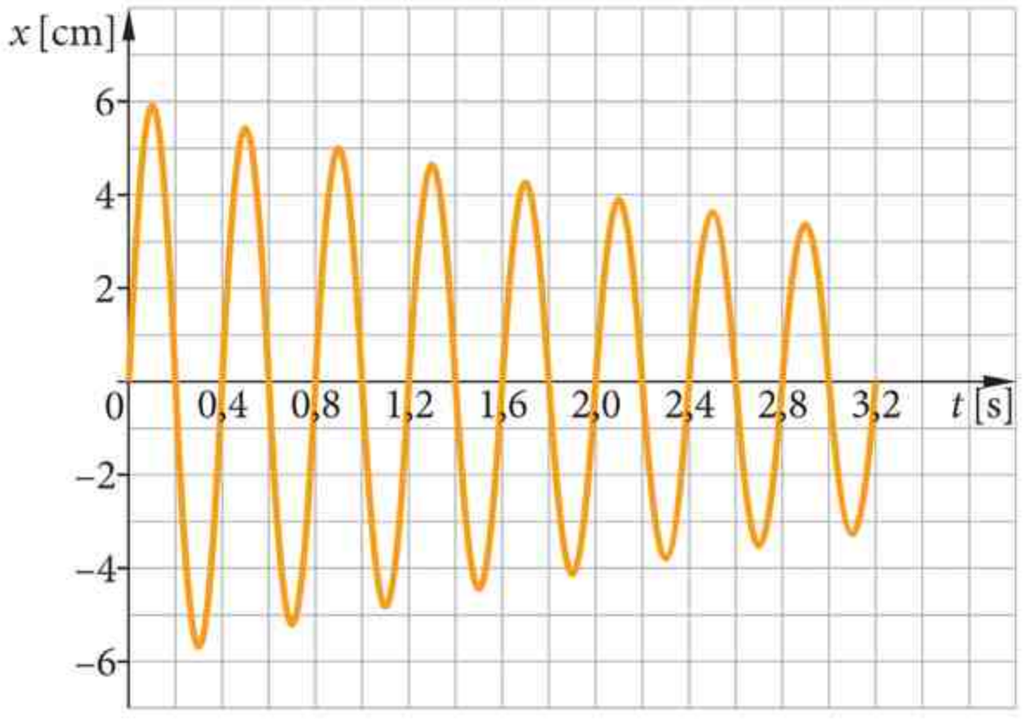
3 Na rysunkach przedstawiono kolejne położenia wózka przyczepionego do sprężyny i wykonującego ruch drgający bez oporów ruchu. **Wpisz** w tabeli wartości energii.

Jeżeli nie występują opory ruchu, to całkowita energia mechaniczna (suma energii kinetycznej i energii potencjalnej) się nie zmienia.

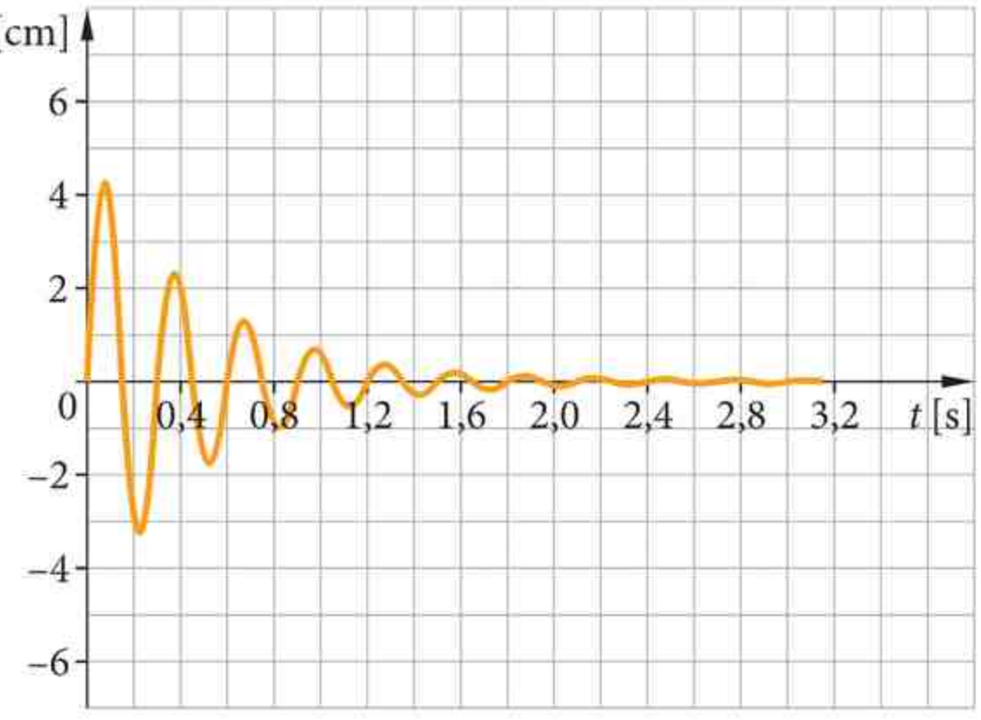
Położenie wózka	Energia potencjalna	Energia kinetyczna
Sprężyna maksymalnie ściśnięta, prędkość wózka równa zero. 	0,8 J	0
Wózek porusza się w prawo. 	0,2 J	_____
Wózek, poruszając się w prawo, przechodzi przez położenie równowagi (sprężyna nie jest napięta). 	0	_____
Wózek porusza się w prawo. 	_____	0,6 J
Sprężyna maksymalnie rozciągnięta, prędkość wózka równa zero. 	_____	_____

4 Na wykresach A i B przedstawiono zależność wychylenia z położenia równowagi od czasu dla dwóch drgających ciężarków zawieszonych na sprężynach.

A.



B.



a) **Przeanalizuj** rysunki A i B ze strony 70. Czy całkowita energia mechaniczna jest zachowana w tych przypadkach? **Uzasadnij** odpowiedź.

Zastanów się, czy istnieje związek między całkowitą energią mechaniczną a amplitudą drgań.

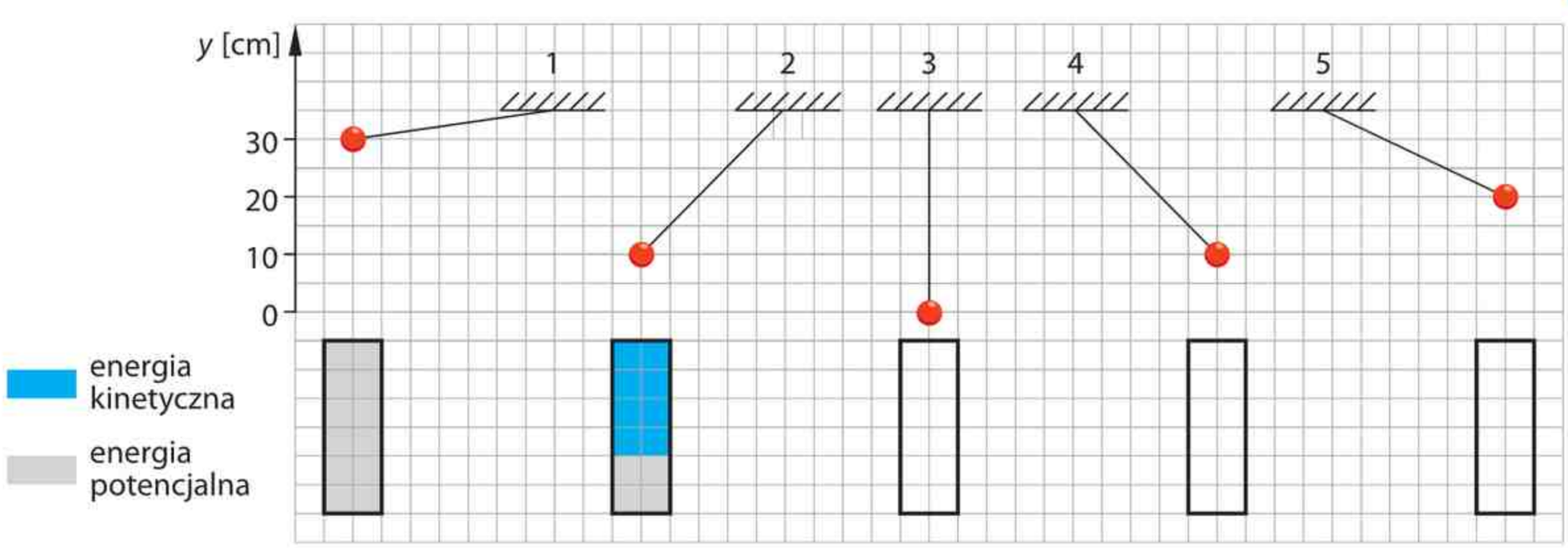
b) Który wykres może przedstawiać zależność wychylenia od czasu dla kulki na sprężynce drgającej w powietrzu, a który dla kulki na sprężynce drgającej w wodzie? **Uzasadnij** odpowiedź.

Dla dociekliwych

5 Na rysunku poniżej przedstawiono kolejne położenia poruszającego się wahadła. Szarym kolorem zaznaczono ilość energii potencjalnej, a niebieskim ilość energii kinetycznej, jaką ma wahadło w danym położeniu.

a) **Uzupełnij** pozostałe słupki, zamalowując odpowiednią ich część kolorem szarym (ołówkiem) lub niebieskim (długopisem).

Zwróć uwagę, na jakiej wysokości znajduje się wahadło w kolejnych położeniach.



b) W położeniu 1 energia potencjalna wahadła wynosiła 0,15 J. **Oblicz** energię kinetyczną wahadła w położeniu 4 i położeniu 5.

Zapamiętaj!

- Z wykresu zależności wychylenia od czasu dla ruchu drgającego można odczytać okres i amplitudę drgań.
- Podczas ruchu drgającego zachodzą przemiany energii, np. energii kinetycznej w energię potencjalną sprężystości.

17 Fale mechaniczne

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8SR3J

Na dobry początek

1 **Dopasuj** pojęcia z ramki do odpowiednich zdjęć.

fale na wodzie • drgająca membrana głośnika • skorupa ziemska, płaszcz i jądro Ziemi • ruch ręki • fale sejsmiczne • powietrze • ruch powietrza • fale na sznurze • ruch płyt tektonicznych • powierzchnia wody • fale dźwiękowe • sznur

Nazwa fal mechanicznych:

Źródło fal:

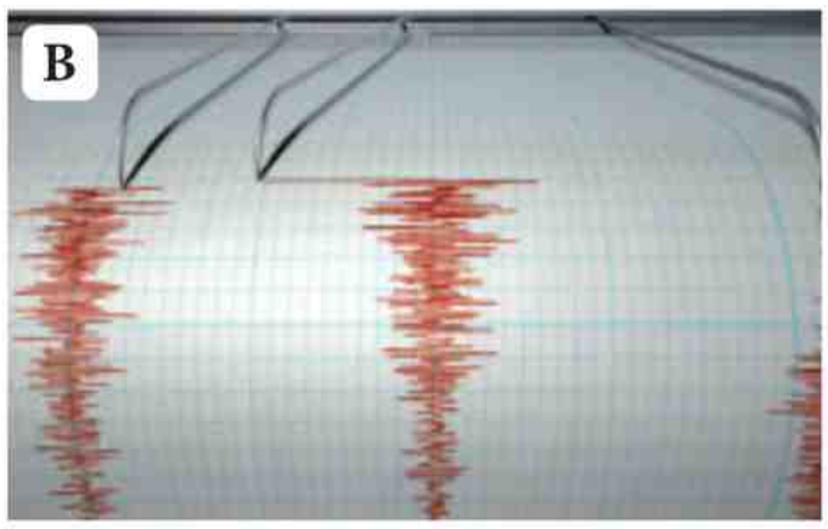
Ośrodek, w którym rozchodzą się fale:



Nazwa fal mechanicznych:

Źródło fal:

Ośrodek, w którym rozchodzą się fale:



Nazwa fal mechanicznych:

Źródło fal:

Ośrodek, w którym rozchodzą się fale:



Nazwa fal mechanicznych:

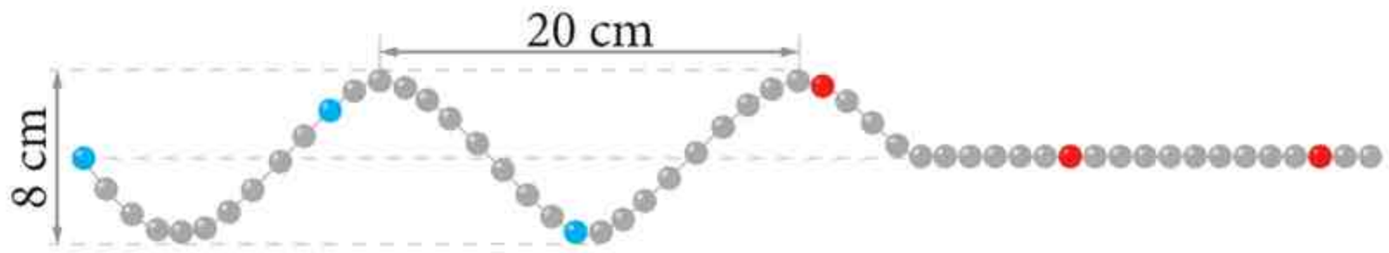
Źródło fal:

Ośrodek, w którym rozchodzą się fale:



2 Poniżej przedstawiono falę na sznurze w pewnej chwili (rys. A) oraz po 0,25 s (rys. B).

A.



B.



a) **Wskaż** poprawne uzupełnienia zdań, a następnie **wpisz** brakujące wartości.

W czasie 0,25 s fala przebyła odległość równą **A/ B** fali, czyli 20 cm. W tym czasie wszystkie cząsteczki zaznaczone na niebiesko wykonały **C/ D** i powróciły do swoich poprzednich położeń.

A. jednej długości

B. dwóm długościom

C. jedno pełne drganie

D. połowę pełnego drgania

Wynika z tego, że okres drgań sznura wynosi _____ s, natomiast częstotliwość _____ Hz.

Oznacza to, że każda cząsteczka sznura w momencie dotarcia do niej fali zaczyna wykonywać drgania z częstotliwością _____ Hz.

b) **Oblicz** prędkość rozchodzenia się fali.

Skoro w czasie jednego okresu $T =$ _____ s fala przebyła odległość równą swojej długości $\lambda =$ _____ cm, to jej prędkość jest równa:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\text{_____ cm}}{\text{_____ s}} = \text{_____} \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

3 Jeżeli fala rozchodzi się ze stałą prędkością, to im ma większą częstotliwość, tym jej długość jest mniejsza. Można to łatwo zaobserwować na długim sznurze lub sprężynce zabawce, gdy poruszamy ręką z różną częstotliwością.

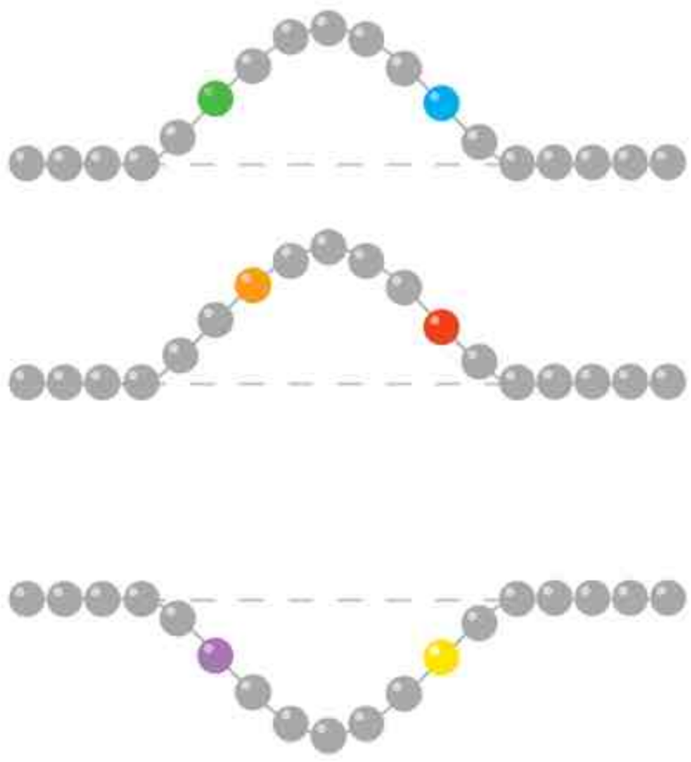
Jeżeli z częstotliwością 2 Hz poruszamy liną, na której fala rozchodzi się z prędkością $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, to długość fali wynosi 2,5 m, ponieważ $2{,}5\ \text{m} \cdot 2\ \text{Hz} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Wykonaj obliczenia i **uzupełnij** poniższą tabelę dla prędkości fali równej $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Długość fali λ [m]	8		2,5		1,25
Częstotliwość f [Hz]		1		2,5	

4 **Określ** i **zapisz**, w którą stronę przemieszcza się impuls falowy (w prawo czy w lewo), jeżeli:

- zielona kulka porusza się w dół, a niebieska do góry – _____
- pomarańczowa kulka porusza się do góry, a czerwona w dół – _____
- fioletowa kulka porusza się do góry, a żółta w dół – _____

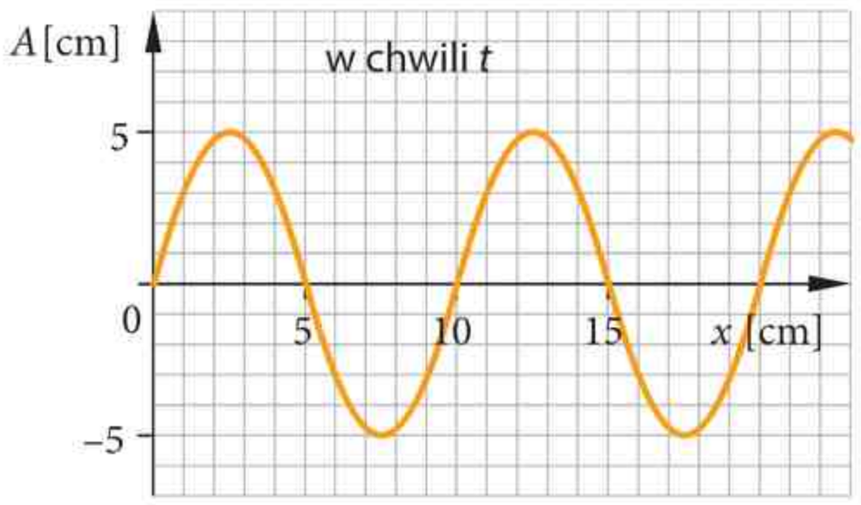


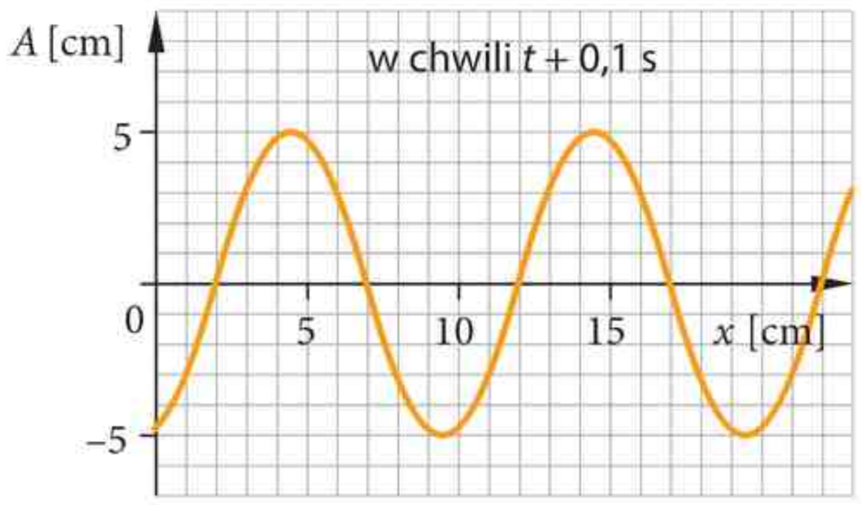
5 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Ruch falowy polega na wychylaniu się cząsteczek ośrodka mechanicznego z położenia równowagi.	P	F
2.	Fale mechaniczne przenoszą energię.	P	F
3.	Fale mechaniczne przenoszą materię w kierunku swojego ruchu.	P	F
4.	Fale mechaniczne nie rozchodzą się w gazach, gdyż cząsteczki znajdują się w zbyt dużych odległościach od siebie.	P	F
5.	Fale rozchodzące się na wodzie zawsze mają kształt współśrodkowych okręgów.	P	F

Przykład

Na wykresach przedstawiono kształt fali przemieszczającej się w prawo w pewnej chwili t oraz po 0,1 s. Odpowiedz na pytania.





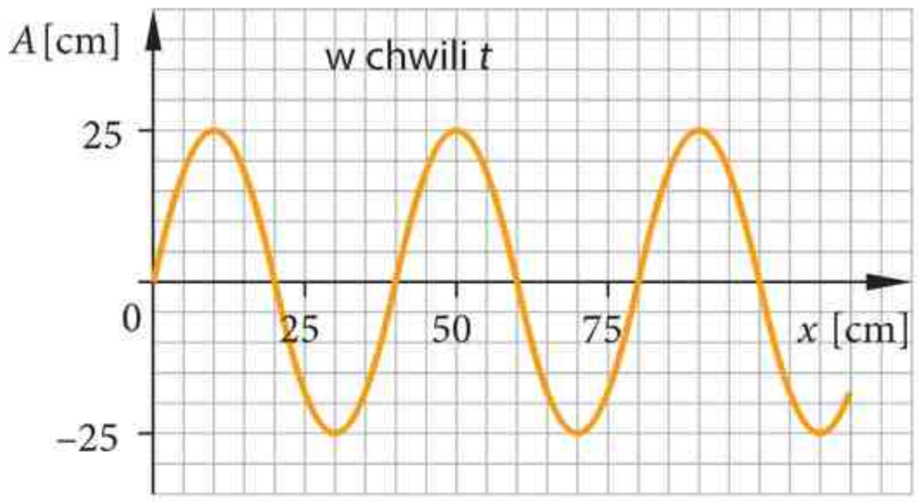
a) Ile wynosi amplituda fali? Amplituda fali jest równa 5 cm.

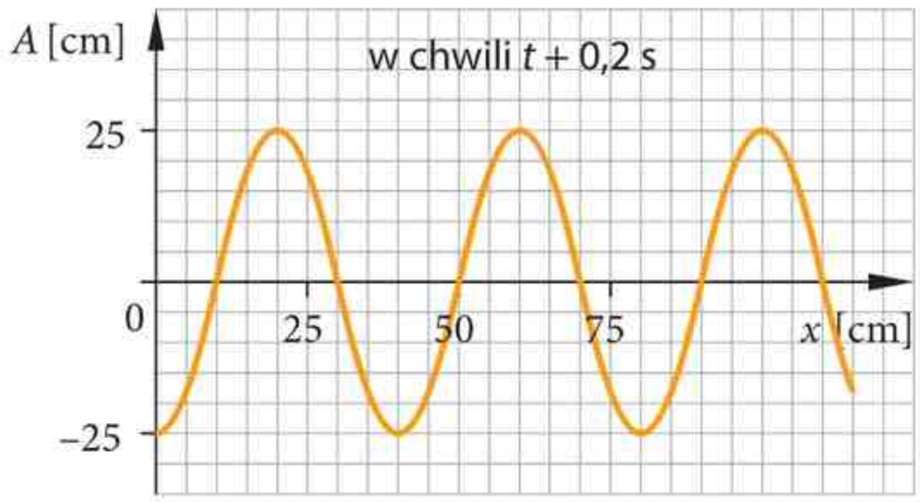
b) Jaką długość ma fala? Fala ma długość 10 cm.

c) O ile przemieściła się fala w ciągu 0,1 s? Fala przemieściła się o 2 cm.

d) Jaka jest prędkość fali? Prędkość fali wynosi $v = \frac{2\text{ cm}}{0{,}1\text{ s}} = 20\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$.

6 Na wykresach przedstawiono kształt fali przemieszczającej się w prawo w pewnej chwili oraz po 0,2 s. Przeanalizuj przykład ze s. 74 i **odpowiedz** na pytania.





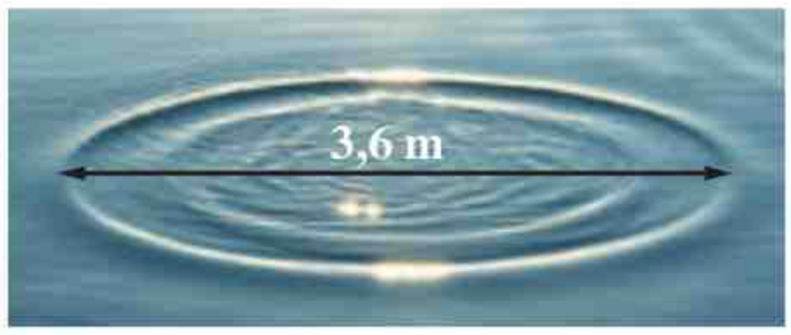
a) Ile wynosi amplituda fali? _____

b) Jaką długość ma fala? _____

c) O ile przemieściła się fala w czasie 0,2 s? _____

d) Jaka jest prędkość fali? _____

7 **Oszacuj** prędkość rozchodzenia się fali kolistej przedstawionej na zdjęciu, jeżeli zostało ono wykonane dokładnie 3 s po wrzuceniu do wody kamienia. Na fotografii zaznaczono średnicę największego okręgu.



Zauważ, że fala zaczęła się rozchodzić od środka okręgu.

8 Co ma większą prędkość: motorówka pokazana na zdjęciu czy wytworzona przez nią fala na wodzie? **Uzasadnij** odpowiedź.



9 Fala dźwiękowa rozchodzi się w powietrzu z prędkością około 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, natomiast w cegle z prędkością 3600 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. **Oblicz** długość fali dźwiękowej, która przeszła z powietrza do ceglanej ściany, jeśli w powietrzu długość ta wynosiła 0,2 m.

Po przejściu do innego ośrodka częstotliwość fali się nie zmienia.

Krok 1 **Przekształcamy** wzór na prędkość rozchodzenia się fali tak, aby otrzymać wzór na częstotliwość: $f = \frac{v}{\lambda}$.

Krok 2 **Obliczamy** częstotliwość fali w powietrzu: $f = \frac{340\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0{,}2\ \text{m}} =$ _____ Hz.

Ponieważ częstotliwość fali się nie zmienia, w cegle będzie taka sama jak w powietrzu.

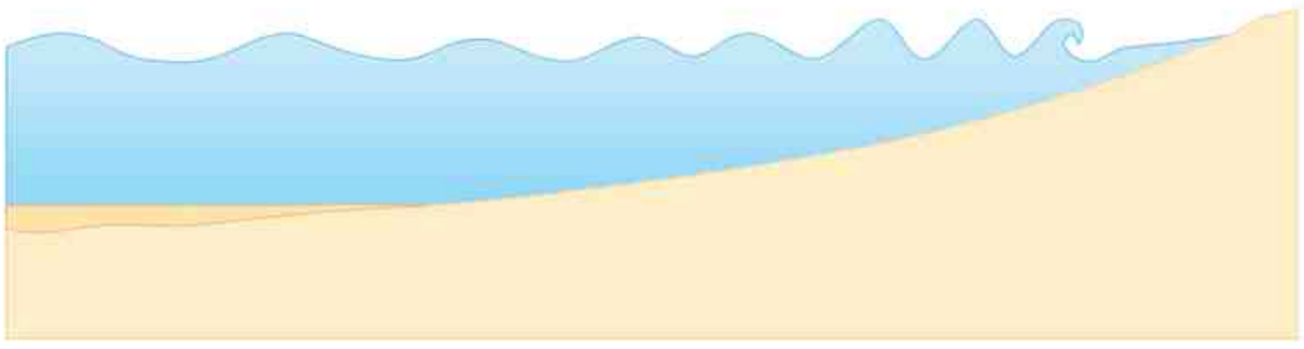
Krok 3 **Obliczamy** długość fali w cegle:

$$\lambda = \frac{v_c}{f} = \frac{\text{_____}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{_____}\ \text{Hz}} = \text{_____}\ \text{m}.$$

Krok 4 **Zapisujemy** odpowiedź: _____

Dla dociekliwych

10 Poniżej przedstawiono profil powierzchni wody na morzu w pobliżu brzegu. **Przeanalizuj** rysunek i **napisz**, gdzie fale w pobliżu brzegu rozchodzą się szybciej: na wodzie głębokiej czy płytkiej. **Uzasadnij** odpowiedź.



Można przyjąć, że jeśli woda nie jest głęboka, to częstotliwość dla każdej długości fali jest taka sama i obowiązuje zależność $v = \lambda \cdot f$.

Zapamiętaj!

- **Falą mechaniczną** nazywamy rozchodzące się zaburzenie ośrodka.
- Fala może się rozchodzić na duże odległości, choć cząsteczki ośrodka nie przemieszczają się wraz z nią, lecz jedynie wykonują drgania.
- Okres T, częstotliwość f i amplituda fali A to odpowiednio okres, częstotliwość i amplituda drgań cząsteczek ośrodka.
- Zależność między prędkością v a długością fali λ przedstawia wzór $v = \lambda \cdot f$.

18 Fale dźwiękowe

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8MBDZ

Na dobry początek

1 **Zapisz** pod zdjęciami, co jest źródłem dźwięku w przedstawionych na nich przedmiotach. **Posłuż** się wyrażeniami z ramki.

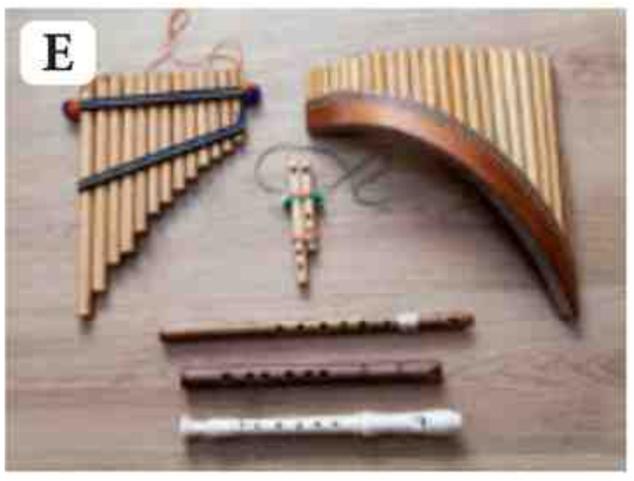
drgająca struna • drgająca membrana • drgający słup powietrza • drgająca blaszka • drgające pręty • drgająca czasza













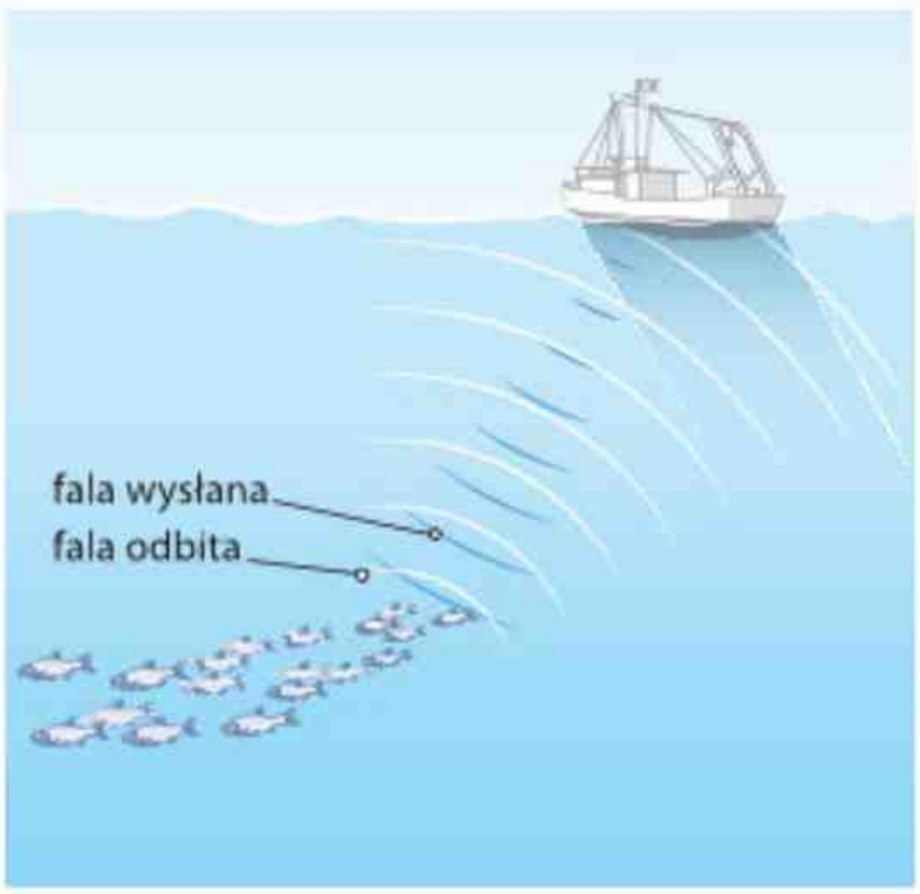
2 **Określ**, jakiego rodzaju dźwięki wydają źródła dźwięków wymienione w tabeli. **Wstaw** znak X w odpowiedniej kratce.

Źródło dźwięku i częstotliwość	Infradźwięki	Dźwięki słyszalne przez człowieka	Ultradźwięki
urządzenia do diagnostyki USG (2,5 MHz–10 MHz)			
rozmowa telefoniczna (200 Hz–3500 Hz)			
obracające się łopaty wirnika elektrowni wiatrowej (5 Hz–10 Hz)			
nietoperze w trakcie echolokacji (25 kHz–210 kHz)			

3 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Fale dźwiękowe rozchodzą się w gazach i ciałach stałych, ale nie rozchodzą się w cieczach.	P	F
2.	Fale dźwiękowe rozchodzą się lepiej w rozrzedzonym powietrzu niż w powietrzu o normalnej gęstości.	P	F
3.	Fale dźwiękowe w ciałach stałych zwykle rozchodzą się znacznie szybciej niż w gazach.	P	F
4.	W przeciwieństwie do fal na powierzchni wody fale dźwiękowe nie są falami mechanicznymi.	P	F
5.	Drgająca linijka jest źródłem fali dźwiękowej.	P	F

4 Sonar służy do wykrywania obiektów za pomocą fal dźwiękowych. Zainstalowany na statku, wysyła falę, która po trafieniu na przeszkodę odbija się od niej i wraca do detektora. Na podstawie czasu, który upłynął między wysłaniem fali a rejestracją fali odbitej, można określić odległość statku od przeszkody. Na rysunku schematycznie przedstawiono zastosowanie sonaru na kutrze rybackim do zlokalizowania ławicy ryb.
Oblicz odległość ławicy ryb od kutra, jeżeli od wysłania fali do zarejestrowania fali odbitej od ławicy upłynęło 0,4 s. Prędkość fali dźwiękowej w wodzie wynosi 1450 $\frac{m}{s}$.



Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego na s. 86.

Zapamiętaj!

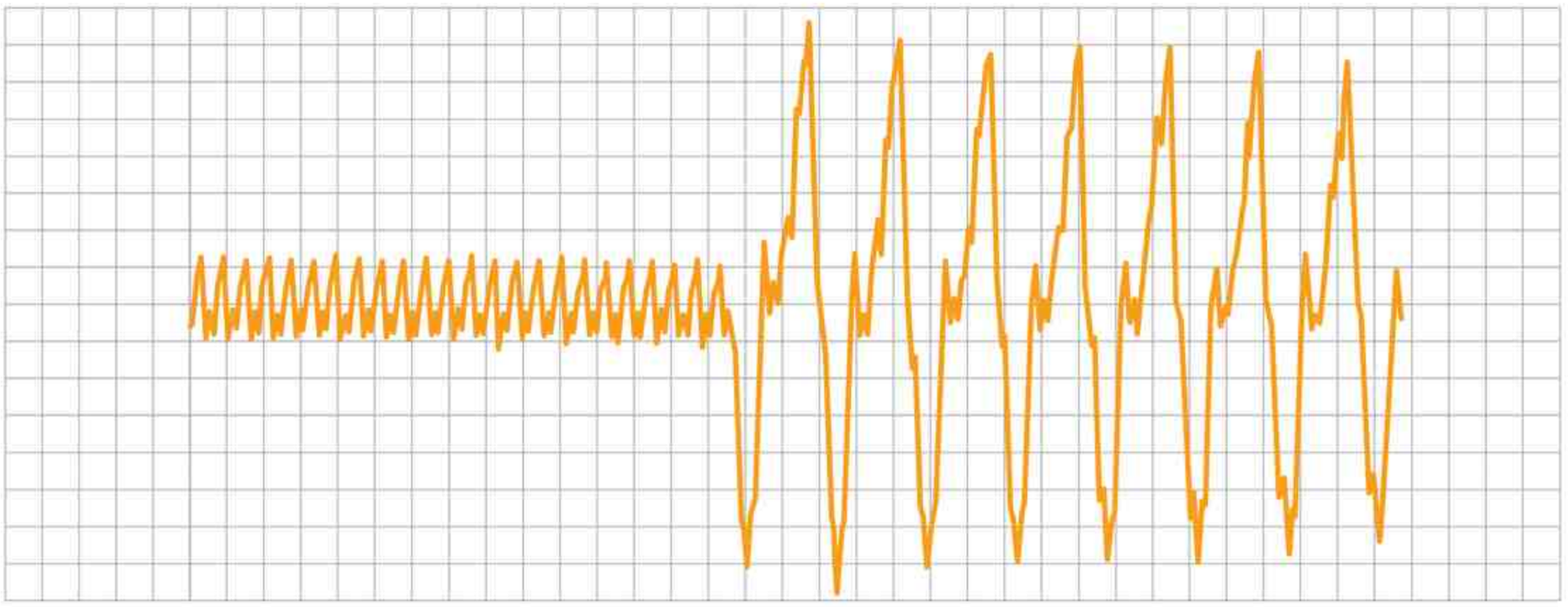
- **Falę dźwiękową**, czyli **akustyczną**, wytwarza drgające ciało.
- Fale dźwiękowe to fale mechaniczne (tak jak np. fale na sznurze).
- Rozchodzenie się fali dźwiękowej polega na rozprzestrzenianiu się drgań cząsteczek ośrodka (zachodzą chwilowe zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka).
- Fale dźwiękowe rozchodzą się **tylko w ośrodkach sprężystych**, nie rozchodzą się w próżni.
- Prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej zależy od ośrodka, w którym się ona rozchodzi.

19 Wysokość i głośność dźwięku

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8L75W

Na dobry początek

1 Na pewnym instrumencie zagrano po kolei dwa różne dźwięki. Dźwięki te zostały zarejestrowane, co przedstawia poniższy oscylogram.



Wskaż właściwe uzupełnienia zdań.

Dźwięk zagrany jako pierwszy miał **A/ B** głośność niż dźwięk zagrany jako drugi.

A. mniejszą **B.** większą

Dźwięk zagrany jako drugi miał **C/ D** częstotliwość niż dźwięk zagrany jako pierwszy.

C. mniejszą **D.** większą

Dźwięk zagrany jako pierwszy był **E/ F** niż dźwięk zagrany jako drugi.

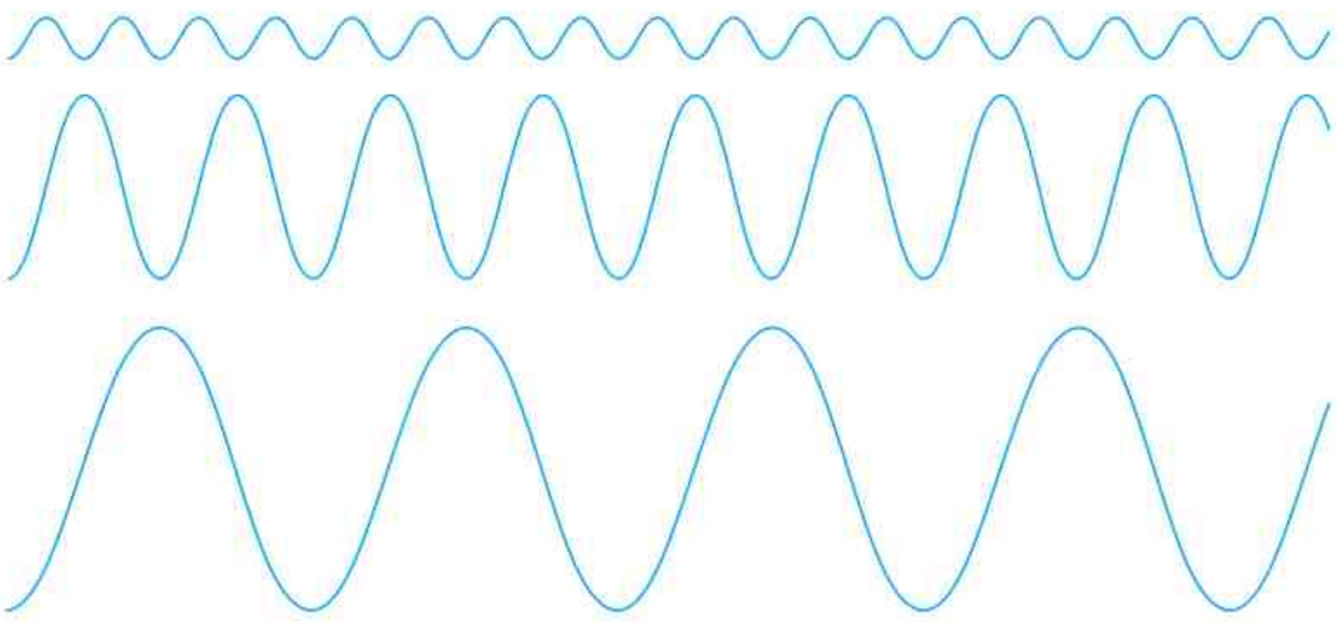
E. wyższy **F.** niższy

2 Na rysunku B przedstawiono wykres dla fali dźwiękowej o częstotliwości 1000 Hz.

A.

B.

C.



Zwróć uwagę na to, ile razy częstotliwość fali B jest mniejsza lub większa od częstotliwości fal A i C.

Uzupełnij zdania.

Dźwięk na wykresie B jest cichszy niż na wykresie ____ , ale głośniejszy niż na wykresie ____ .

Najwyższy dźwięk przedstawiono na wykresie _____ , a najniższy na wykresie _____ .

Częstotliwość dźwięku na wykresie C wynosi _____ , natomiast na wykresie A _____ .

Korzystam z informacji

Częstotliwości dźwięków w muzyce

Zakres częstotliwości dźwięków najczęściej występujących w muzyce jest podzielony na 10 przedziałów – tzw. oktaw. Każda oktawa ma 7 dźwięków diatonicznych, np. w gamie C-dur będą to dźwięki C D E F G A H (odpowiadające białym klawiszom na fortepianie). Zmiana o jedną oktawę, czyli o 7 tonów w górę, odpowiada dwukrotnemu wzrostowi częstotliwości, a o jedną oktawę w dół – dwukrotnemu zmniejszeniu częstotliwości.



Fortepian zwykle obejmuje ponad 7 oktaw, a więc ma duży zakres częstotliwości dźwięków, jakie można na nim zagrać. Nie wszystkie jednak instrumenty muzyczne dysponują tak dużym zakresem.



Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

3 a) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	W danej oktawie częstotliwość dźwięku D jest w przybliżeniu tyle razy większa od częstotliwości dźwięku C, ile częstotliwość dźwięku E od częstotliwości dźwięku D.	**P**	**F**
2.	Dla dźwięku H danej oktawy fala akustyczna rozchodząca się w powietrzu ma największą długość.	**P**	**F**
3.	Dźwięk o dwie oktawy wyższy od dźwięku C ma częstotliwość ponad 200 Hz.	**P**	**F**



Od czego zależy częstotliwość dźwięków wytwarzanych przez instrumenty muzyczne?

W instrumentach, w których źródłem dźwięku jest drgający słup powietrza, wysokość dźwięku zależy od długości rurki, w której to powietrze drga. Na przykład w organach każda z piszczałek wytwarza dźwięk o innej częstotliwości. Im piszczałka jest dłuższa, tym niższy dźwięk wydaje. Zasada ta obowiązuje także dla takich instrumentów jak flet, obój, klarnet, trąbka – długość rurki, w której drga powietrze, jest regulowana odpowiednimi zaworami.

W instrumentach strunowych wysokość dźwięku zależy od:

- długości struny – im dłuższa struna, tym niższy dźwięk,
- grubości (masy fragmentu struny) – im masa określonego fragmentu struny jest większa, tym niższy jest dźwięk (przy takiej samej długości i takim samym naprężeniu),
- stopnia naprężenia – im bardziej naprężona struna, tym wyższy dźwięk wielu instrumentów (tę zależność wykorzystuje się np. przy strojeniu).

b) **Wybierz** takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

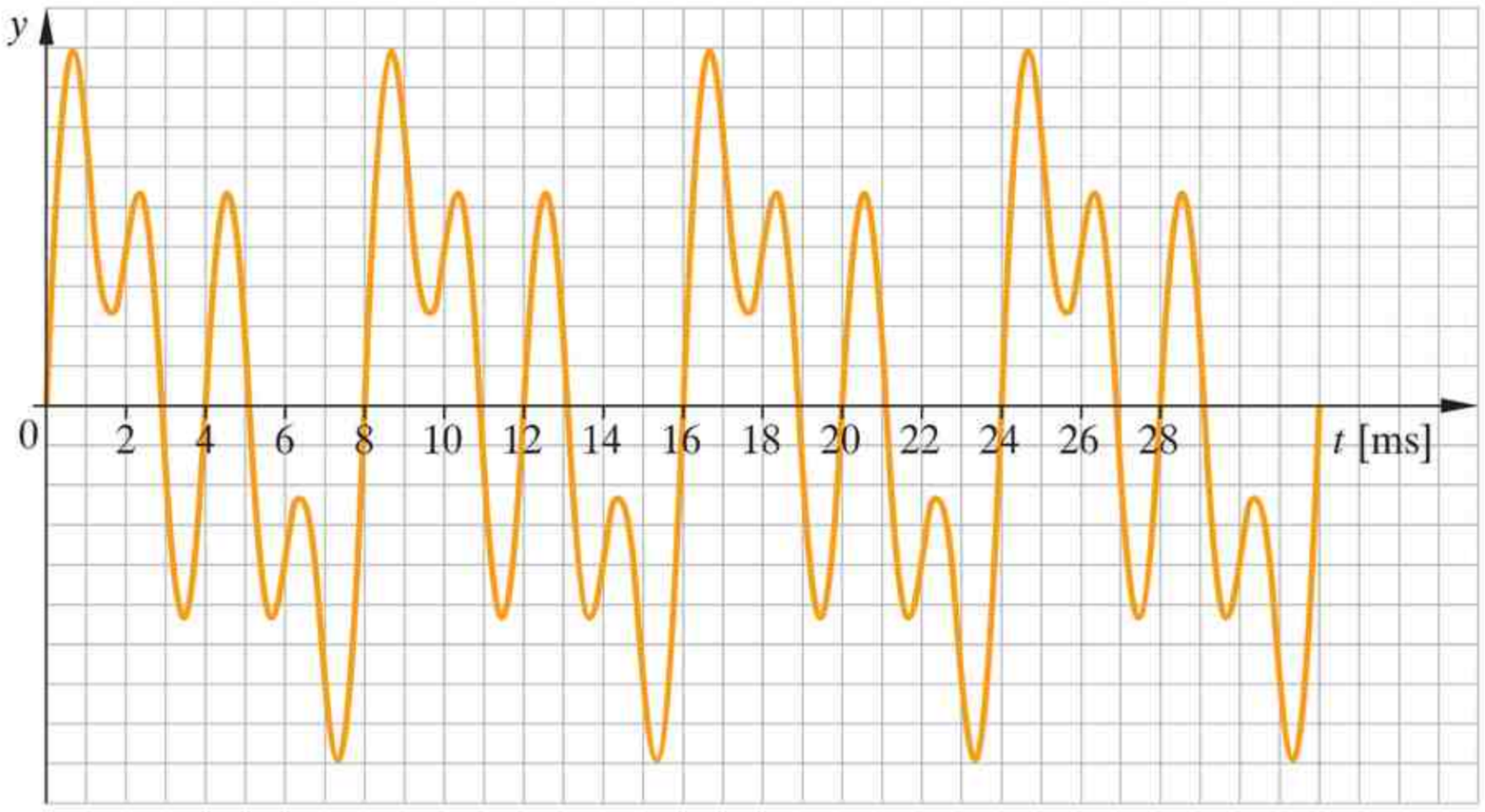
Skrzypce wydają dźwięki	**1.**	wyższe niż kontrabas,	ponieważ struny w kontrabasie w porównaniu ze strunami w skrzypcach są	**A.**	dłuższe i grubsze.
	2.	niższe niż kontrabas,		**B.**	krótsze i grubsze.
				C.	dłuższe i cieńsze.

c) **Wskaż** poprawne uzupełnienia zdań.

Im mocniej jest napięta struna instrumentu, tym powstający dźwięk jest **A/ B**. Im dłuższa piszczałka, tym **C/ D** długość powstającej fali dźwiękowej. Przez dociśnięcie struny gitary do progu zmniejszamy jej efektywną długość i sprawiamy, że częstotliwość powstającego dźwięku jest **C/ D** niż w przypadku struny niedociśniętej.

A. wyższy **B.** niższy **C.** mniejsza **D.** większa

4 Na poniższym oscylogramie przestawiono dźwięk zagrany na pewnym instrumencie.

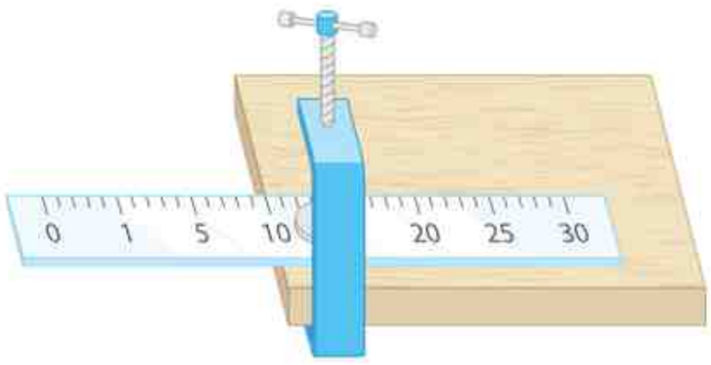


Skorzystaj z przykładu w podręczniku na s. 209.

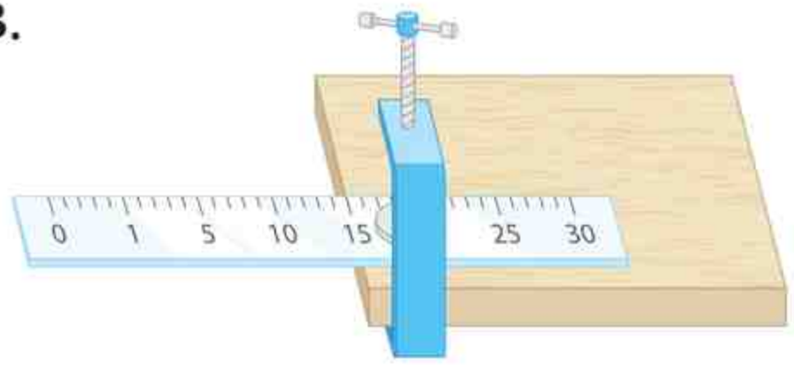
Oblicz częstotliwość podstawową dźwięku zagranego na tym instrumencie.

5 Jeden z uczniów w ramach doświadczenia sprawdzał, jak zmienia się częstotliwość dźwięków uzyskiwanych przez wprawienie w drgania wystającej poza biurko części linijki.

A.



B.



W którym przypadku, A czy B, dźwięki wytwarzane przez linijkę będą miały wyższą częstotliwość? **Uzasadnij** odpowiedź, powołując się na analogię do odpowiednich instrumentów muzycznych.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8WUVV

Zapamiętaj!

- **Głośność** dźwięku zależy **od amplitudy** fali dźwiękowej. Im większa amplituda, tym głośniejszy dźwięk.
- **Wysokość** dźwięku zależy **od częstotliwości** fali dźwiękowej. Im większa częstotliwość, tym wyższy dźwięk.

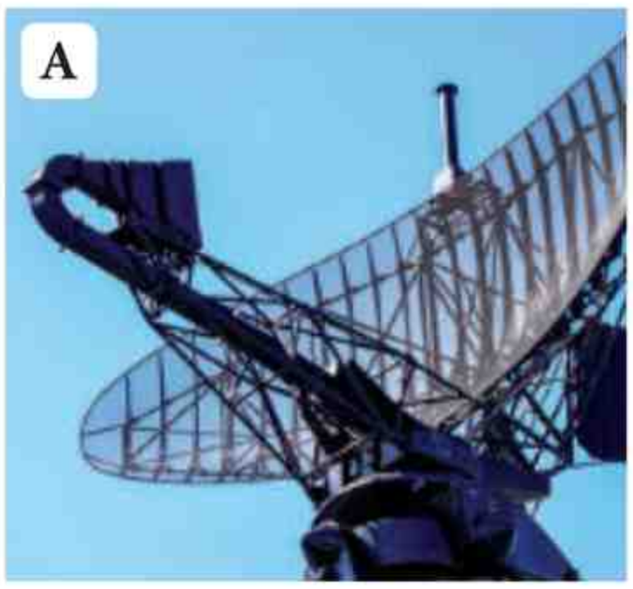
20 Fale elektromagnetyczne

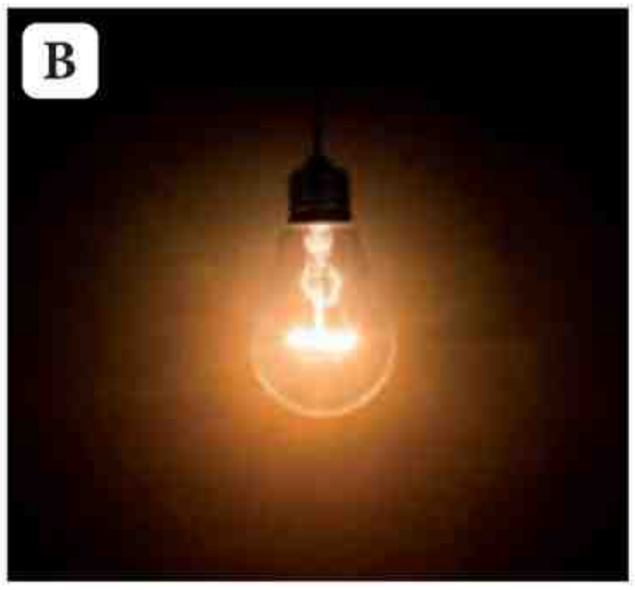
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F89W4L

Na dobry początek

1 Do źródeł fal przedstawionych na zdjęciach **dopasuj** rodzaj wysyłanych przez nie fal elektromagnetycznych, wybrany spośród podanych w ramce.
Uwaga. Nie wszystkie rodzaje fal elektromagnetycznych trzeba wykorzystać.

promieniowanie gamma • fale radiowe • promieniowanie ultrafioletowe • mikrofale • promieniowanie podczerwone







2 **Wpisz** przy cechach fal: E – jeśli cecha dotyczy fali elektromagnetycznej, M – jeśli dotyczy fali mechanicznej lub EM – jeśli odpowiada obu rodzajom fal.

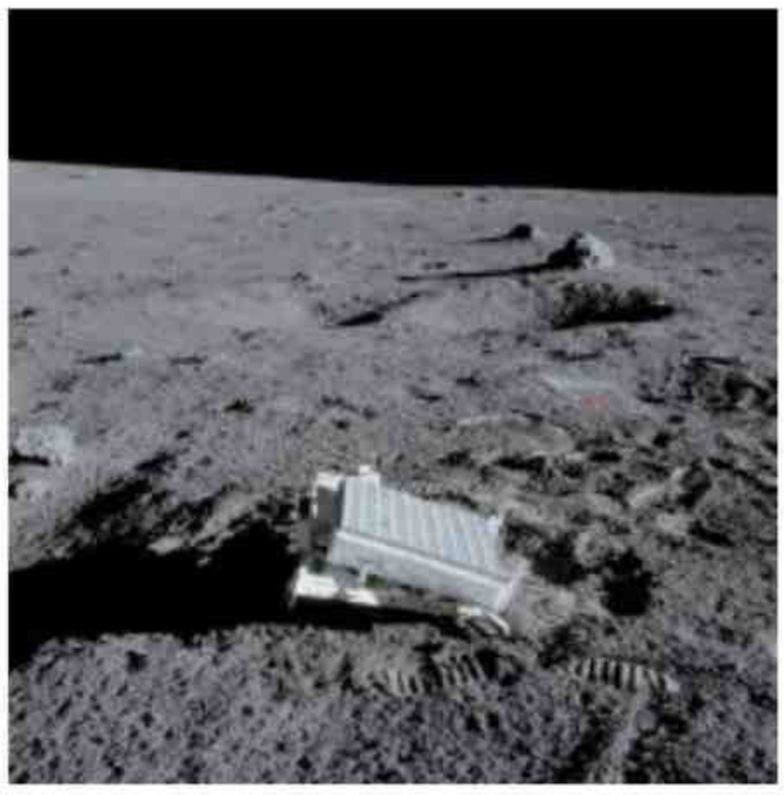
Rozchodzi się w powietrzu.		Przenosi energię.	
Rozchodzi się w cieczach.		Wielkością charakteryzującą ją jest częstotliwość.	
Rozchodzi się w próżni.		Może powstać w wyniku podmuchów wiatru.	
W powietrzu rozchodzi się z prędkością bliską 300 000 $\frac{km}{s}$.		Rozchodzi się dzięki drganiom cząsteczek ośrodka sprężystego.	
Rozchodzi się w ciałach stałych.		Powstaje w wyniku zmian natężenia prądu.	
Ulega odbiciu.		Jej przykładem jest fala na wodzie.	

3 **Znajdź** w poniższym tekście fragmenty dotyczące fal elektromagnetycznych i **nazwij** rodzaj tych fal. Dla przykładu zaznaczono i opisano jeden z fragmentów.

Agata właśnie czytała artykuł w gazecie o negatywnym wpływie na zdrowie zbyt częstego korzystania z solarium. Nagle usłyszała dźwięk telefonu komórkowego – właśnie dzwoniła jej koleżanka Jola. „Przycisz telewizor" – krzyknęła Agata do swojego brata Marka. Chłopak sięgnął po pilota i skierował go w stronę telewizora. „No mów, jak się czujesz" – dopytywała Agata. „To na szczęście nic groźnego" – odpowiedziała Jola. „Lekarz zrobił mi prześwietlenie i okazało się, że stopa jest cała – to tylko zwichnięcie. Kilka dni i będzie po bólu". Gdy Agata kontynuowała rozmowę, Marek poszedł do kuchni, wstawił obiad do kuchenki mikrofalowej i włączył ją. Tymczasem w garażu tata Agaty i Marka wymieniał żarówkę w reflektorze skutera. Włączył ją i snop światła padł wprost na ścianę. „Chyba będzie dobrze" – pomyślał, a następnie podszedł do grającego radia, w którym ciągle słychać było zakłócenia. Pokręcił nieco anteną, co sprawiło, że szumy i trzaski ustały.

korzystanie z solarium – promieniowanie UV

4 Podczas serii misji Apollo pozostawiono na Księżycu specjalne zwierciadła, które posłużyły do dokładnego pomiaru odległości między Ziemią a Księżycem. Wysłana z Ziemi wiązka lasera padała na zwierciadło na Księżycu, a jej część po odbiciu wracała na Ziemię. Czas, jaki upłynął między wysłaniem a odebraniem wiązki, pozwolił wyznaczyć odległość Ziemi od Księżyca.



Oblicz, ile czasu upłynęło od wysłania do odebrania wiązki laserowej, jeżeli Księżyc znajduje się w odległości około 380 000 km od Ziemi, a prędkość światła w próżni to około 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Zastosuj wzór na czas w ruchu jednostajnym. Pamiętaj też o tym, że wiązka laserowa musi dwukrotnie przebyć odległość między Ziemią a Księżycem.

5 W Polsce sygnał radiowy jest transmitowany na falach ultrakrótkich o częstotliwościach od 87,5 MHz do 108 MHz. **Określ**, jakiemu zakresowi długości fal elektromagnetycznych odpowiadają te częstotliwości.



Krok 1 W przypadku fali elektromagnetycznej **stosujemy** tę samą zależność między częstotliwością, długością fali i jej prędkością, co dla fali mechanicznej:

$$c = \lambda \cdot f,$$

gdzie: c – prędkość światła w próżni, λ – długość fali, f – częstotliwość fali.

Krok 2 **Przekształcamy** wzór, aby wyznaczyć długość fali:

$$\lambda = \frac{c}{f}.$$

Krok 3 **Podstawiamy** dane dla częstotliwości 87,5 MHz:

$$\lambda = \frac{300\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}}{87{,}5\ \text{MHz}} = \frac{300\,000\,000\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{87{,}5 \cdot 1\,000\,000\ \text{Hz}} = _____$$

Krok 4 **Podstawiamy** dane dla częstotliwości 108 MHz:

$$\lambda = \frac{_____\ \frac{\text{km}}{\text{s}}}{_____\ \text{MHz}} = \frac{_____\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{_____\ \text{Hz}} = _____$$

Krok 5 **Zapisujemy** odpowiedź: _____

Dla dociekliwych

6 **Wyszukaj** w dostępnych źródłach informacje na temat tego, jaki rodzaj fal elektromagnetycznych wykorzystuje się w medycynie do:

a) diagnostyki nowotworowej – _____

b) wykonywania tomografii komputerowej – _____

c) leczenia chorób skóry i sterylizacji narzędzi chirurgicznych – _____

Zapamiętaj!

- Wszystkie fale elektromagnetyczne mają taką samą naturę. Ich właściwości zależą jedynie od długości fali.
- Wyróżnia się: promieniowanie γ, promieniowanie X, promieniowanie nadfioletowe, promieniowanie widzialne, promieniowanie podczerwone, mikrofale i fale radiowe.
- Prędkość fal elektromagnetycznych w próżni wynosi około 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Dziennik laboratoryjny — Drgania jako źródła dźwięku — Temat 18

- **Cel:** Pokazanie, że źródłem dźwięku jest ciało drgające.
- **Potrzebne będą:** ołówek (mogą być też linijka, listewka lub patyczek do szaszłyków), kordonek lub cienki sznurek (ewentualnie nitka i zapałka), piłeczka pingpongowa, kilkanaście książek, kieliszek, nożyczki.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Tuż przed rozpoczęciem doświadczenia umyj kieliszek w wodzie z dodatkiem płynu do mycia naczyń i dokładnie go opłucz. Jest to ważne, ponieważ brudny lub zakurzony kieliszek nie wyda dźwięku.
2. W piłeczce pingpongowej ostrożne zrób nożyczkami mały otwór.
3. Odetnij kawałek kordonka o długości około 15 cm. Na jednym końcu zawiąż supełek i przepchnij go przez otwór w piłeczce pingpongowej. Sprawdź, czy supełek nie wypadnie z piłeczki (piłeczka powinna zwisać na sznurku). Jeśli nie masz kordonka, użyj nitki – mocno przywiąż jeden koniec do małego kawałka zapałki i przepchnij drewienko z nitką przez otwór w piłeczce.
4. Drugi koniec nitki przywiąż do końca ołówka.
5. Postaw na stole kieliszek, a obok niego ułóż stos książek, wyższy od kieliszka o kilkanaście centymetrów.
6. Na książkach połóż ołówek i ustaw go tak, aby piłeczka pingpongowa zwisała na nitce, lekko dotykając boku kieliszka. Dociśnij ołówek od góry jeszcze jedną ciężką książką (lub kilkoma lżejszymi).



7. Jedną ręką przytrzymaj stopkę kieliszka, a wilgotnym palcem drugiej ręki przejedź po brzegu kieliszka tak, aby wydobyć dźwięk. Może to wymagać kilku prób, ale po nabraniu wprawy bez problemu uzyskasz efekt.
8. Gdy już ci się uda, obserwuj, co się dzieje z piłeczką. Zapisz swoje obserwacje i wnioski.

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F86FLY

E

Sposób na zadanie

Opisywanie zjawiska z wykorzystaniem pojęć i wielkości fizycznych

Zadanie 10. (0–1) Wahadło CKE Grudzień 2020

Okres drgań pewnego wahadła jest równy 1,2 s. Skrajne położenia tego wahadła znajdują się w punktach X i Y, a położenie równowagi wahadła znajduje się w punkcie Z. W chwili początkowej ruchu $t = 0$ wahadło znajdowało się w punkcie X.

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Po czasie 2,8 s od chwili $t = 0$ wahadło znajdzie się

A. w położeniu X.

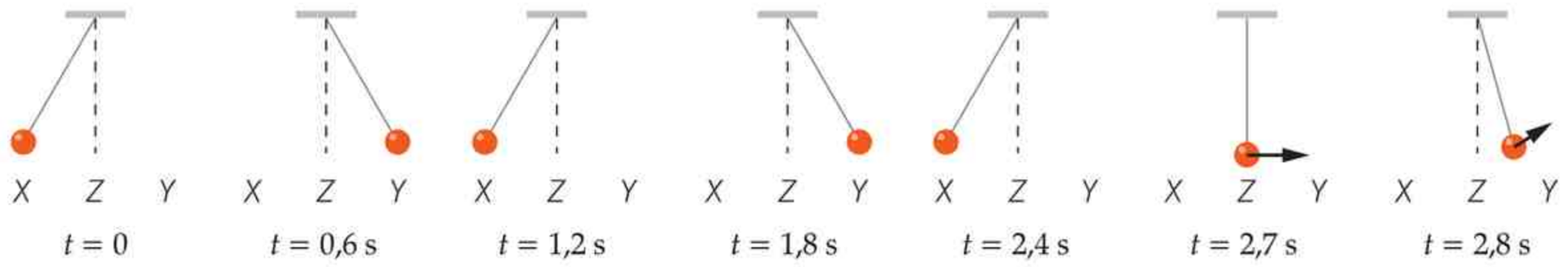
B. w położeniu Y.

C. w położeniu Z.

D. pomiędzy położeniami Y i Z.

Rozwiązanie:

W chwili początkowej ruchu $t = 0$ wahadło znajdowało się w położeniu X. Po czasie równym jednemu okresowi drgań wahadło znajdzie się ponownie w tym samym położeniu. Gdy miną kolejne 1,2 s ruchu, a więc łącznie 2,4 s, wahadło znów znajdzie się w punkcie X. Gdy miną jeszcze 0,3 s, czyli jedna czwarta okresu drgań, wahadło przemieści się z punktu X do punktu Z. Będzie tak, ponieważ czas przejścia wahadła od skrajnego wychylenia do położenia równowagi trwa jedną czwartą okresu drgań. W chwili 2,4 s + 0,3 s = 2,7 s wahadło będzie przechodzić przez punkt Z, a następnie poruszać się w kierunku punktu Y. Po upływie czasu 2,7 s + 0,3 s = 3,0 s znajdzie się w położeniu Y. Po czasie 2,8 s od chwili rozpoczęcia ruchu z położenia X wahadło znajdzie się zatem między punktem Y i punktem Z.
Aby to lepiej zilustrować, poniżej przedstawiono kolejne położenia wahadła, przy założeniu że punkt X znajduje się po lewej stronie punktu Z, natomiast punkt Y po jego prawej stronie.



Odpowiedź: Należy zaznaczyć odpowiedź D.

Ważne!

- Po czasie równym jednemu okresowi drgań drgające ciało znajdzie się w tym samym położeniu co na początku ruchu. Tak samo będzie po czasie równym dwóm, trzem itd. okresom drgań.
- Drgające ciało mija położenie równowagi co pół okresu drgań.
- Czas przejścia od jednego skrajnego położenia do drugiego skrajnego położenia zajmuje drgającemu ciału połowę okresu drgań.
- W ciągu jednej czwartej okresu drgań ciało przechodzi od położenia równowagi do skrajnego położenia lub od skrajnego położenia do położenia równowagi.

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F8YNKF

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Okres drgań ciężarka zawieszonego na sprężynce jest równy 0,6 s. Skrajne położenia ciężarka znajdują się w punktach *A* i *C*, natomiast położenie równowagi znajduje się w punkcie *B*. W chwili początkowej ruchu $t = 0$ ciężarek znajdował się w punkcie *B* i poruszał się w kierunku punktu *A*. Pomijamy straty energii podczas ruchu ciężarka.

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Po czasie 2,1 s od chwili $t = 0$ ciężarek znajdzie się

A. w położeniu *A*.

B. w położeniu *B*.

C. w położeniu *C*.

D. w położeniu *A* lub *C*, ale z danych podanych w zadaniu nie da się ustalić, w którym z tych punktów.

2. Poniżej przedstawiono wahadło w dwóch kolejnych położeniach, w których jego prędkość wynosi zero, oraz zegar wskazujący czas, w jakim zarejestrowano położenia wahadła.
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

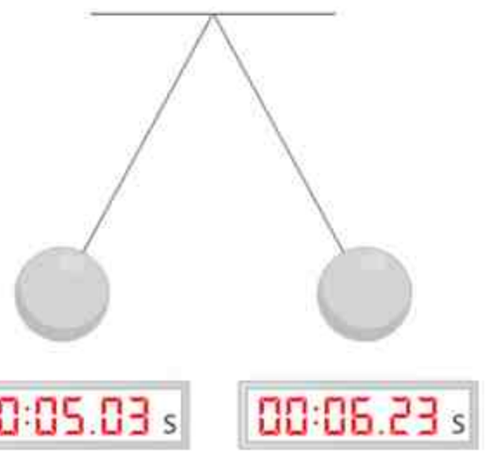
Okres drgań wahadła jest równy

A. 0,2 s.

B. 0,4 s.

C. 1,2 s.

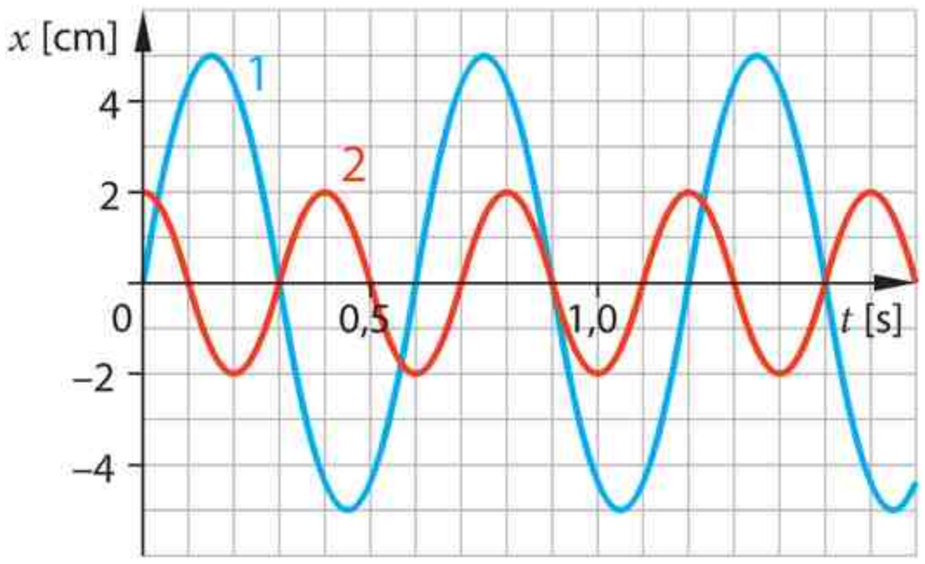
D. 2,4 s.



3. Wybierz poprawne uzupełnienie zdania oraz jego uzasadnienie.

Prędkość fali dźwiękowej jest większa w	**1.**	powietrzu,	ponieważ	**A.**	w ciałach stałych cząsteczki i atomy znajdują się znacznie bliżej siebie niż w gazach.
	2.	stali,		**B.**	cząsteczki gazu przekazują sobie energię podczas zderzeń, a pomiędzy zderzeniami poruszają się bez żadnych oporów.

4. Na rysunku pokazano wykresy zależności położenia od czasu dla dwóch drgających wahadeł.



a) Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

Wykres 2 przedstawia zależność położenia od czasu dla wahadła **A/ B**.
Amplituda drgań wahadła 1 jest **C/ D** niż amplituda drgań wahadła 2 i wynosi **E/ F**.

A. krótszego **B.** dłuższego **C.** mniejsza **D.** większa **E.** 10 cm **F.** 5 cm

b) Uzupełnij zdania, wpisując odpowiednie liczby spośród: 0,45 s, 0,8 s, 0,9 s, 1,25 s.

Oba wahadła przechodzą jednocześnie przez położenie równowagi w chwili czasu równej _____, a są wychylone w przeciwne strony w chwili czasu równej _____.

V. Optyka

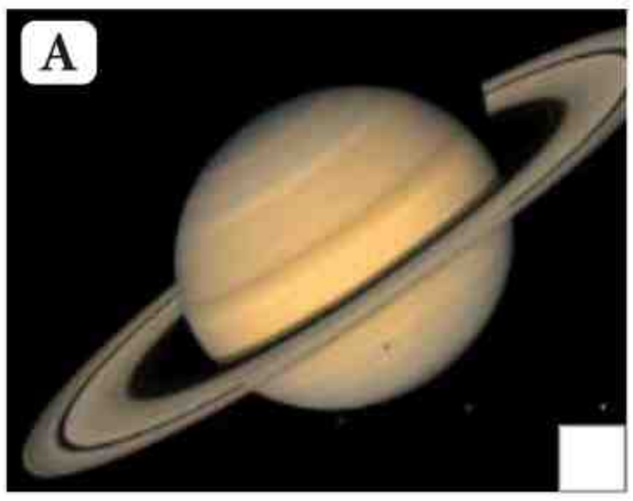
21 Światło i jego właściwości

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8UHRX

Na dobry początek

1 **Wpisz** w kratki na zdjęciach odpowiednie oznaczenie:
N – jeżeli przedstawiono na nim naturalne źródło światła,
S – jeżeli przedstawiono sztuczne źródło światła,
X – jeżeli przedstawiony obiekt nie jest źródłem światła.

Obiekty, które zdają się świecić, choć nie są źródłami światła, po prostu odbijają światło od swojej powierzchni.

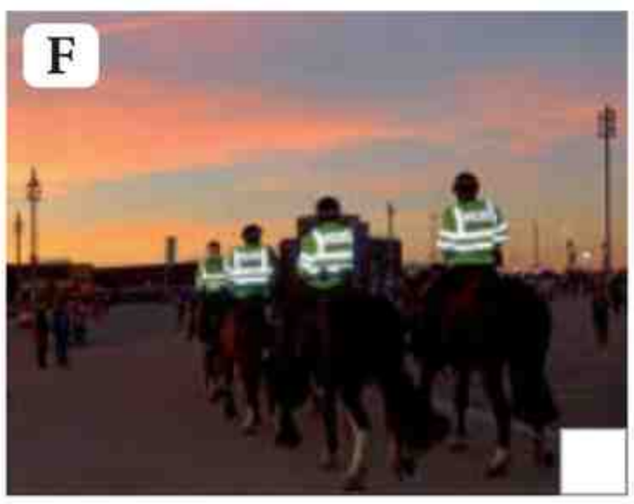












2 **Oceń** prawdziwość zdań. **Wybierz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Światło jest falą elektromagnetyczną.	P	F
2.	Światło rozchodzi się prostoliniowo w ośrodkach jednorodnych.	P	F
3.	Prędkość światła w próżni wynosi około 300 000 $\frac{km}{s}$.	P	F
4.	Światło we wszystkich ośrodkach oprócz próżni rozchodzi się z podobną prędkością.	P	F
5.	Światło czerwone ma większą długość fali od światła fioletowego.	P	F
6.	W wodzie światło rozchodzi się z taką samą prędkością jak w powietrzu.	P	F
7.	Światło lasera jest mieszaniną wielu fal świetlnych o różnych długościach.	P	F
8.	Słońce oprócz światła widzialnego wysyła też promieniowanie nadfioletowe oraz podczerwone.	P	F

3 Gwiazdy, zwierzęta i przedmioty świecą, ponieważ zamieniają w energię świetlną inny rodzaj energii. **Wpisz** w tabeli odpowiednią literę (A, B lub C), oznaczającą przemianę energii, jaka zachodzi w danym obiekcie. Dla przykładu dopasowano przemianę energii dla jednego obiektu.

Obiekt	Przemiana energii
świetlik	*A*
Słońce	
żarówka w latarce	
świecąca ryba głębinowa	
świetlówka	
fajerwerki	

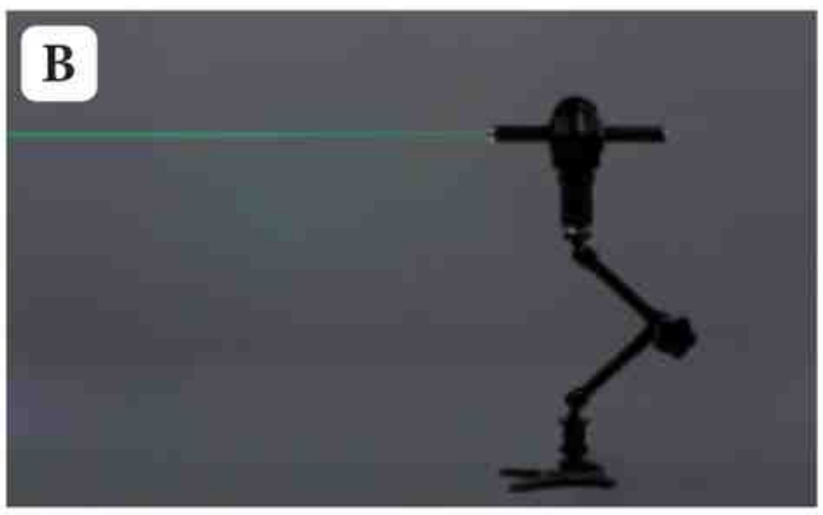
A. energia chemiczna → energia świetlna

B. energia jądrowa → energia świetlna

C. energia elektryczna → energia świetlna

4 **Napisz** pod każdym zdjęciem, jaka wiązka światła jest na nim widoczna: *zbieżna*, *równoległa* czy *rozbieżna*.





_____ _____

5 W astronomii do określania odległości często używa się jednostki długości zwanej rokiem świetlnym. Jest to odległość, jaką światło pokonuje w próżni w ciągu roku. **Oblicz**, ile kilometrów ma rok świetlny, jeżeli światło porusza się w próżni z prędkością około 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$. Zastosuj notację wykładniczą. **Uzupełnij** w rozwiązaniu brakujące obliczenia.

Krok 1 Na podstawie wartości prędkości światła w próżni wiemy, że w ciągu sekundy przebywa ono _____ km. Odległość tę zapisujemy w notacji wykładniczej:

_____ km = _____ · 10⁻⁻ km.

Krok 2 Wiemy, że 1 h = 3600 s. W ciągu godziny światło przebędzie więc odległość:

3600 · _____ km = _____ · 10⁻⁻ km.

Krok 3 Doba to 24 godziny. W ciągu tego czasu światło przebędzie drogę:

24 · _____ km = _____ · 10⁻⁻ km.

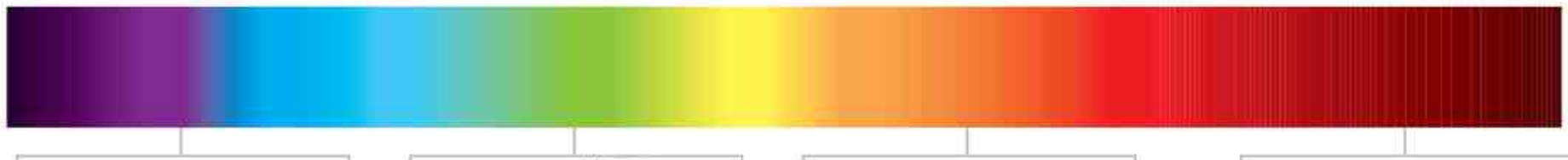
Krok 4 Jeżeli założymy, że rok liczy 365 dni, to jeden rok świetlny jest równy odległości:

365 · _____ km ≈ ☐,☐☐ · 10⁻⁻ km.

Krok 5 **Zapisujemy** odpowiedź.

Rok świetny to odległość równa _____ km.

6 Różne barwy światła, które widzimy, to fale elektromagnetyczne o określonej częstotliwości i długości. Światło fioletowe ma największą częstotliwość i najmniejszą długość, a czerwone – najmniejszą częstotliwość i największą długość. Na schemacie **wpisz** w ramki częstotliwości światła o wskazanych barwach i odpowiadające im długości fali (załóż, że fale poruszają się w próżni). Do jednej z barw dopasowano już odpowiednie wartości.



	$6 \cdot 10^{14}$ Hz 500 nm		

~~500 nm~~ • ~~$6 \cdot 10^{14}$ Hz~~ • $4{,}8 \cdot 10^{14}$ Hz • 580 nm • $6{,}7 \cdot 10^{14}$ Hz • $5{,}2 \cdot 10^{14}$ Hz • 450 nm • 620 nm

Dla dociekliwych

7 Człowiek jest w stanie rejestrować fale elektromagnetyczne o długości z zakresu od około 380 nm do 780 nm. Są jednak zwierzęta, które oprócz promieniowania widzialnego potrafią odbierać fale elektromagnetyczne o innych długościach. **Wyszukaj** informacje o tym, jakiego rodzaju promieniowanie – oprócz światła – rejestrują zwierzęta przedstawione na fotografiach oraz jakie korzyści daje im taka zdolność. **Uzupełnij** zdania.







Zwierzę na zdjęciu A oprócz światła rejestruje także _____.

Pomaga mu to w _____.

Zwierzę na zdjęciu B oprócz światła rejestruje także _____.

Pomaga mu to w _____.

Zwierzę na zdjęciu C oprócz światła rejestruje także _____.

Pomaga mu to w _____.

Zapamiętaj!

- **Źródłem światła** jest każde ciało wysyłające promieniowanie widzialne.
- Rozróżniamy naturalne i sztuczne źródła światła.
- **Promień światła** to linia wyznaczająca kierunek rozchodzenia się światła.
- W ośrodku optycznie jednorodnym światło rozchodzi się po liniach prostych.
- Promieniowanie elektromagnetyczne przenosi energię.

22 Zjawisko cienia i półcienia

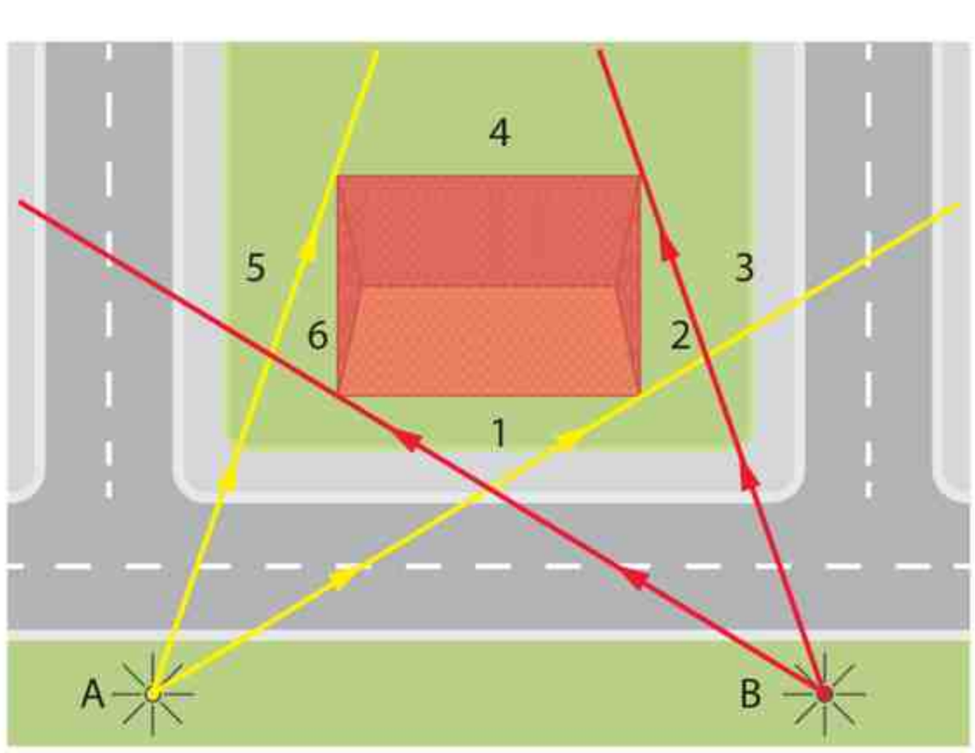
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F81NEL

Na dobry początek

1 Na rysunku przedstawiono widok z lotu ptaka budynku oświetlonego dwiema latarniami: A i B. Dodatkowo zaznaczono niektóre promienie światła wychodzące z latarni.

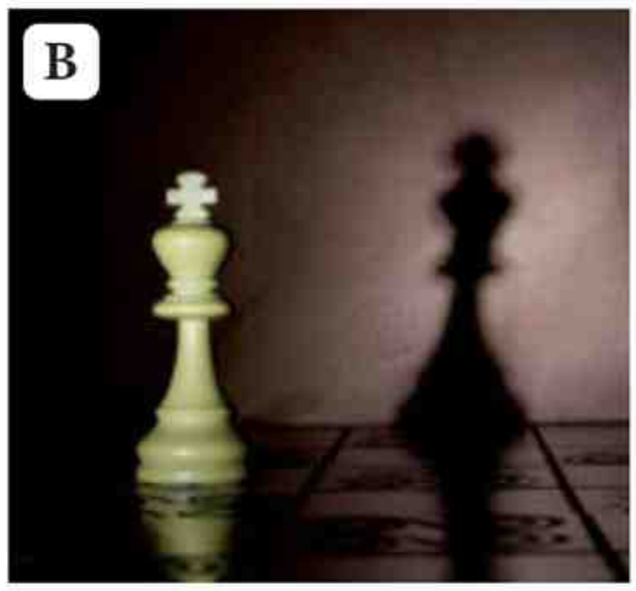
Wpisz w odpowiednich kolumnach tabeli cyfry 1–6 oznaczające obszar cienia, półcienia lub obszar oświetlony obiema latarniami.

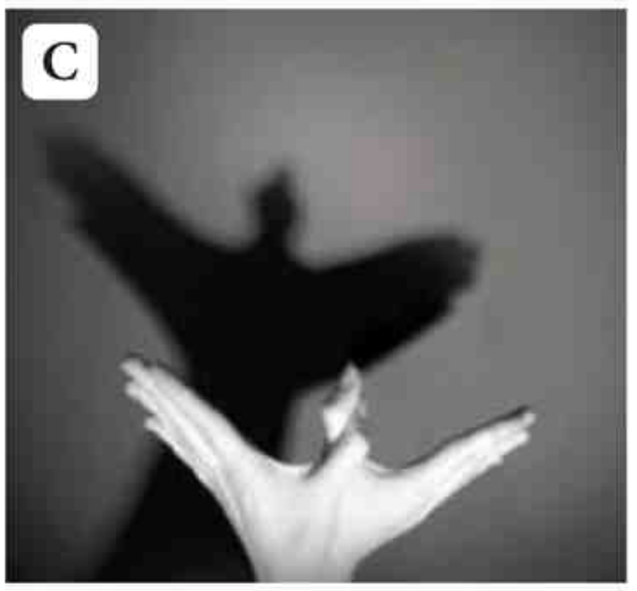
Obszar cienia	Obszar półcienia	Obszar oświetlony dwiema latarniami



2 Na poniższych zdjęciach znajdują się przedmioty oraz cienie rzucane przez nie na ścianę.







Poniżej opisano zmianę położenia źródła światła lub przedmiotu rzucającego cień na ścianę względem tej ściany. **Napisz**, czy po zmianie położenia rzucany cień się powiększy, pomniejszy czy pozostanie bez zmian. Krótko **wyjaśnij**, dlaczego tak się dzieje.

a) Lampkę w obudowie (zdjęcie A) przysuwamy bliżej ściany. Cień _____

_____

b) Odsuwamy źródło światła od figury szachowej i ściany (zdjęcie B). Cień _____

_____

c) Oddalamy ręce od ściany w kierunku źródła światła (zdjęcie C). Cień _____

_____

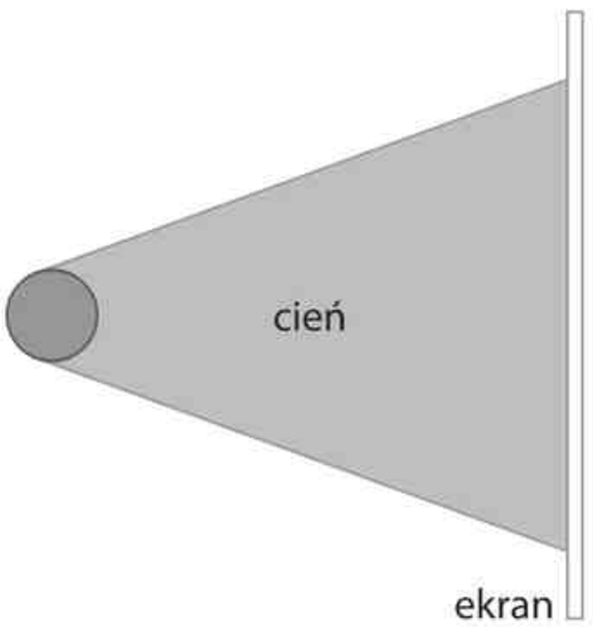
3 **Oceń** prawdziwość zdań. **Wybierz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Zaćmienie Księżyca występuje tylko wtedy, gdy Księżyc jest w pełni.	P	F
2.	Całkowite zaćmienie Księżyca, podobnie jak całkowite zaćmienie Słońca, można obserwować jedynie na bardzo małym obszarze.	P	F
3.	Podczas zaćmienia Słońca Ziemia znajduje się między Słońcem a Księżycem.	P	F
4.	Częściowe zaćmienie Słońca obserwujemy w obszarze półcienia rzucanego przez Księżyc na Ziemię.	P	F

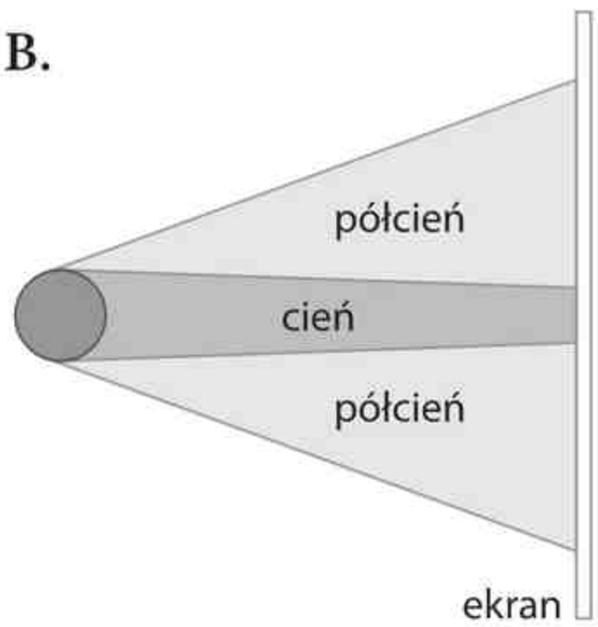
4 Na rysunkach A i B zaznaczono przedmioty w kształcie kuli rzucające cień oraz obszary cienia i półcienia.

a) Na rysunku A **wyznacz** miejsce, w którym znajduje się punktowe źródło światła oświetlające przedmiot.

A.



B.



b) Przedmiot na rysunku B jest oświetlany przez okrągłą lampę. **Narysuj** tę lampę (wyznacz jej położenie oraz przybliżony rozmiar).

5 **Spróbuj** odgadnąć, które ułożenie rąk spośród przedstawionych na rysunkach A–D pozwoli otrzymać cień przypominający: niedźwiadka, królika, lisa oraz jelenia. **Zapisz** odpowiednie nazwy pod rysunkami.

A.



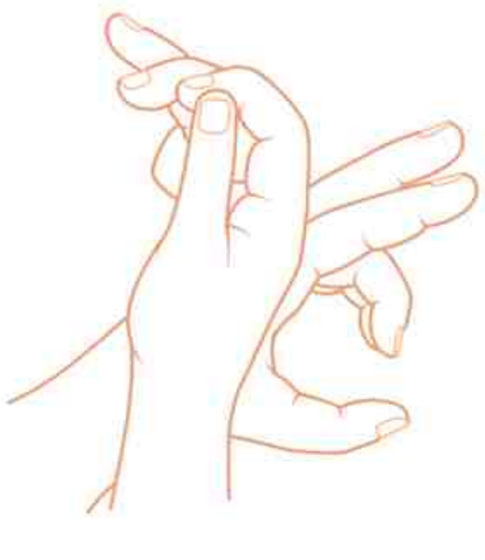
B.



C.



D.



Sprawdź swoje przewidywania: ułóż ręce tak jak na rysunkach i ustaw je pomiędzy ścianą a intensywnym źródłem światła (np. lampką biurkową).

Przykład

Oblicz rozmiar cienia, który rzuca na ścianę krążek o średnicy 30 cm oświetlany punktowym źródłem światła. Odległość źródła światła od krążka wynosi 60 cm, a odległość krążka od ściany to 20 cm.

Dane:

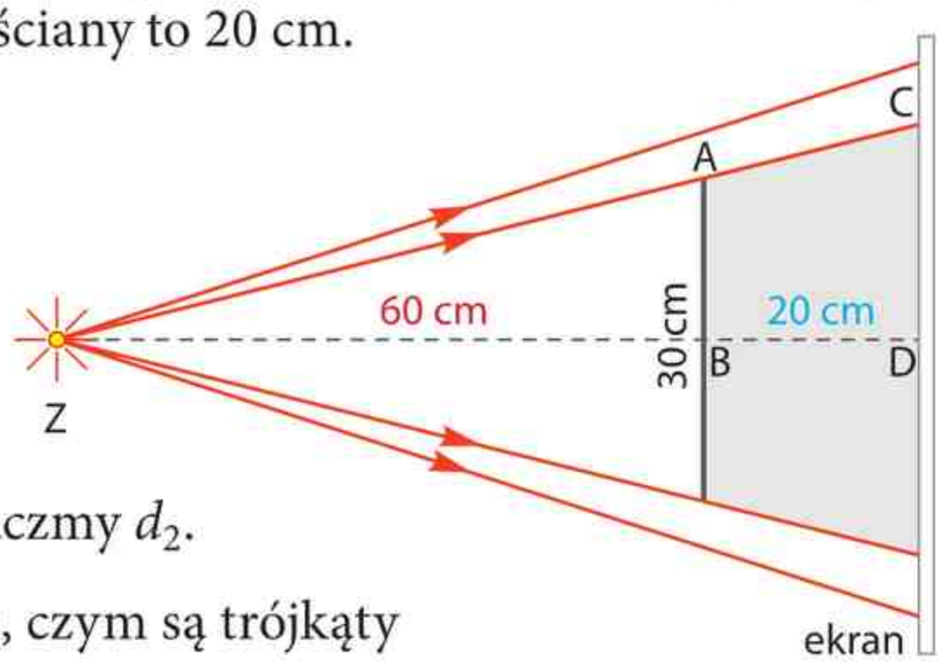
$l_z = 60$ cm

$l_e = 20$ cm

$d_1 = 30$ cm

Szukane:

$d_2 = ?$



Rozwiązanie:

Cień na ścianie jest kołem – jego średnicę oznaczmy d_2.

Uwaga. Aby rozwiązać to zadanie, dowiedz się, czym są trójkąty podobne. Następnie wykorzystaj fakt, że jeśli trójkąty prostokątne są podobne, to stosunki odpowiednich przyprostokątnych są równe.

Z odpowiednich trójkątów podobnych ΔZAB i ΔZCD: $\frac{\frac{1}{2}\,30\text{ cm}}{60\text{ cm}} = \frac{\frac{1}{2}\,d_2}{20\text{ cm} + 60\text{ cm}}$.

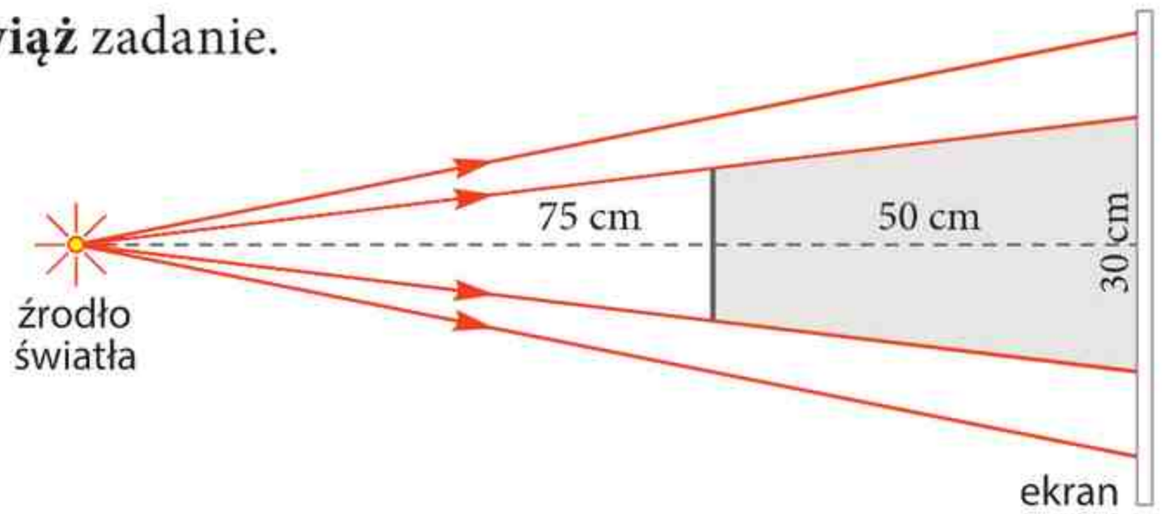
Po przekształceniu tej proporcji otrzymujemy: $d_2 = \frac{30\text{ cm}}{60\text{ cm}} \cdot (20\text{ cm} + 60\text{ cm}) = 40\text{ cm}$.

Odpowiedź: Powstały na ścianie cień jest kołem o średnicy 40 cm.

Dla dociekliwych

6 **Przeanalizuj** powyższy przykład i **rozwiąż** zadanie.

Krążek ustawiono w odległości 75 cm od punktowego źródła światła i 50 cm od ściany (patrz rysunek). Cień powstały na ścianie jest kołem o średnicy 30 cm. Jaka jest średnica krążka?



Zapamiętaj!

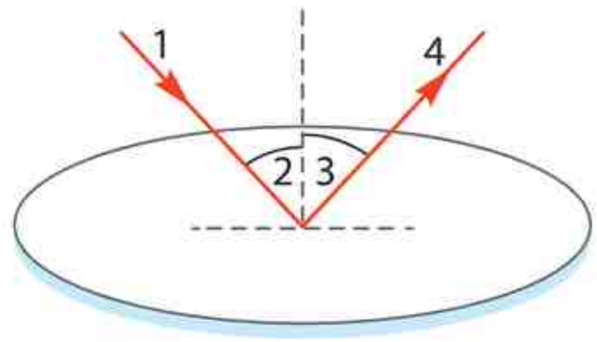
- **Cień** to obszar, do którego nie dochodzi światło.
- Jeżeli oświetlamy przedmiot dwoma źródłami światła, to **półcień** jest obszarem, na który pada światło tylko jednego z nich.
- Do **zaćmienia Słońca** dochodzi, gdy Księżyc jest między Słońcem a Ziemią.
- Do **zaćmienia Księżyca** dochodzi, gdy Ziemia jest między Słońcem a Księżycem.

23 Odbicie i rozproszenie światła

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8MQMQ

Na dobry początek

1 **Uzupełnij** opis rysunku, **wpisując** w kwadraty odpowiednie cyfry.



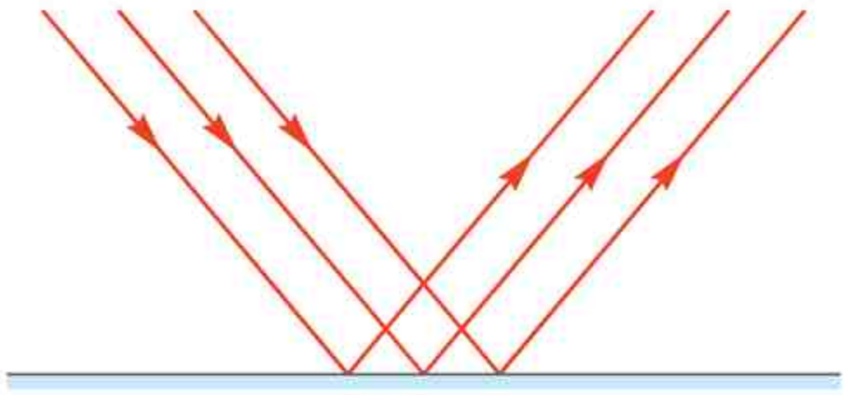
promień odbity ☐ kąt padania ☐

promień padający ☐ kąt odbicia ☐

2 Wiązka promieni równoległych, zależnie od rodzaju powierzchni, na którą pada, zachowuje się tak jak na rysunku A lub tak jak na rysunku B.

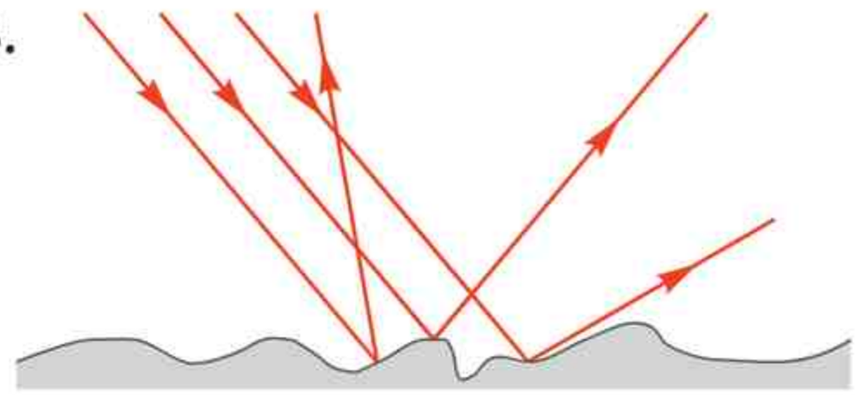
Zwierciadłem płaskim jest np. lustro.

A.



Zwierciadło płaskie

B.



Chropowata powierzchnia

a) Uzupełnij zdanie.

W sytuacji przestawionej na rysunku A mamy do czynienia ze zjawiskiem _____ światła, a w sytuacji na rysunku B – ze zjawiskiem _____ światła.

b) Przyjrzyj się zdjęciom i **oceń**, czy światło w tych sytuacjach zachowuje się tak jak na rysunku A czy jak na rysunku B. **Wpisz** w kratki pod zdjęciami odpowiednie litery.



☐



☐



☐



☐



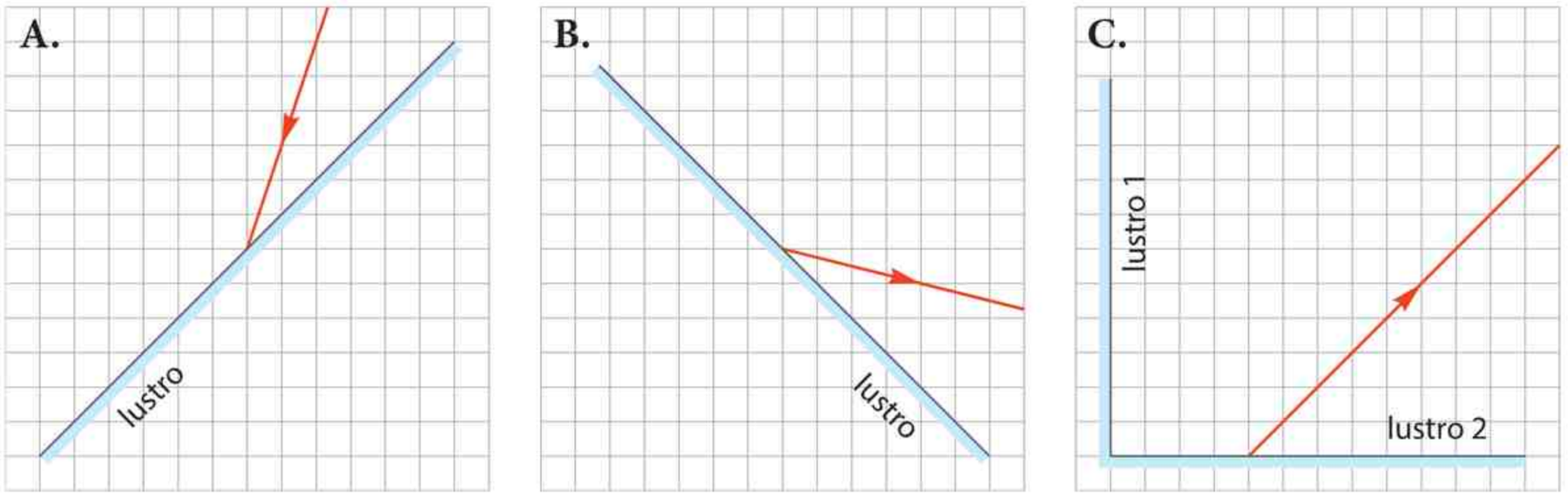
☐



☐

3 Na rysunkach **dorysuj** odpowiednio promienie padające lub odbite. **Uwaga.** Na rysunku C promień światła pada początkowo na powierzchnię lustra 1.

Aby znaleźć bieg promienia padającego lub odbitego, dorysuj normalną w miejscu odbicia światła.



4 **Wymień** po jednej sytuacji, w której:

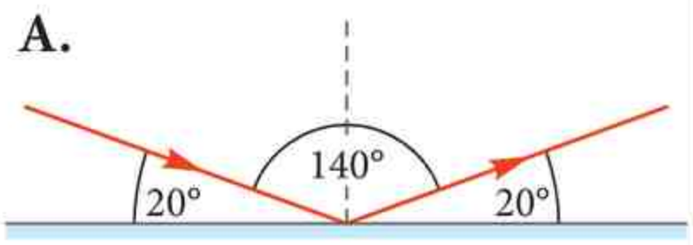
- zjawisko odbicia odgrywa pożyteczną rolę – _____,
- zjawisko odbicia jest niekorzystne – _____,
- zjawisko rozpraszania odgrywa pożyteczną rolę – _____,
- zjawisko rozpraszania jest niekorzystne – _____.

Przykład

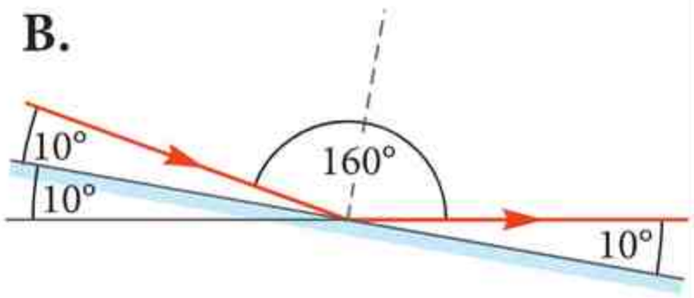
Promień światła padający na płaskie poziome zwierciadło tworzy z jego powierzchnią kąt 20°. Ile wyniesie kąt między promieniem padającym a promieniem odbitym, gdy zwierciadło obrócimy o 10° względem osi prostopadłej do płaszczyzny, w której zawierają się promień padający i promień odbity? **Uwaga.** Zadanie ma dwa rozwiązania.

Rozwiązanie:

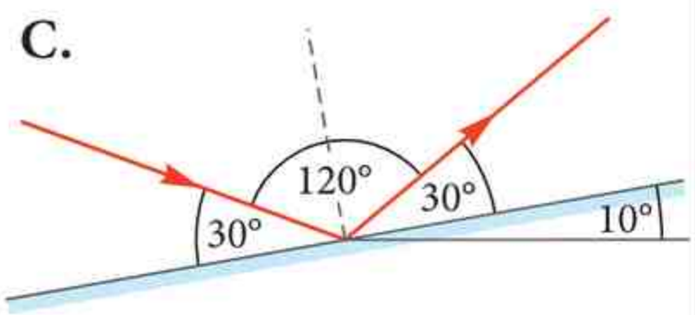
Gdy zwierciadło leży poziomo, kąt między promieniem padającym a odbitym wynosi: $180° - 2 \cdot 20° = 140°$ (rys. A).



W pierwszym przypadku odchylamy zwierciadło o 10° w prawo. Kąt między promieniem padającym a płaszczyzną zwierciadła będzie wtedy równy $20° - 10° = 10°$. Zatem kąt między promieniem padającym a promieniem odbitym wyniesie: $180° - 2 \cdot 10° = 160°$ (rys. B).



W drugim przypadku odchylamy zwierciadło o 10° w lewo. Kąt między promieniem padającym a płaszczyzną zwierciadła będzie wtedy równy $20° + 10° = 30°$. Zatem kąt między promieniem padającym a promieniem odbitym wyniesie: $180° - 2 \cdot 30° = 120°$ (rys. C).



Odpowiedź: Kąt między promieniami padającym a odbitym wyniesie 160° lub 120°.

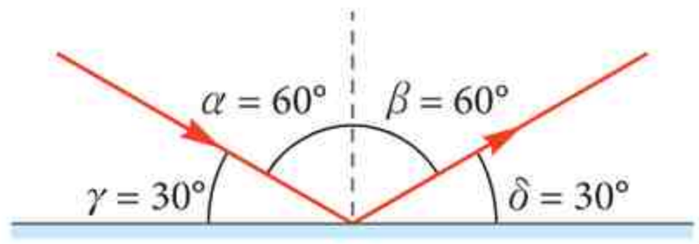
5 **Przeanalizuj** przykład z poprzedniej strony i **rozwiąż** zadanie.
Promień światła padający na płaskie zwierciadło tworzy z jego powierzchnią kąt 60°.

a) Ile wynosi kąt między promieniami padającym a odbitym?

b) Ile wyniesie kąt między promieniami padającym a odbitym, jeżeli obrócimy zwierciadło o 15° względem osi prostopadłej do płaszczyzny, w której zawierają się promienie padający i odbity?

6 **Uzupełnij** tabelę. Dla przykładu uzupełniono jeden wiersz i sporządzono rysunek pomocniczy.

α	β	γ	δ	ε
60°	60°	30°	30°	120°
			80°	
	45°			
				160°
0°				



Oznaczenia w tabeli: α – kąt padania, β – kąt odbicia, γ – kąt między promieniem padającym a powierzchnią zwierciadła płaskiego, δ – kąt między promieniem odbitym a powierzchnią zwierciadła płaskiego, ε – kąt między promieniem odbitym a promieniem padającym.

Dla dociekliwych

7 **Dowiedz się** z dostępnych źródeł, co to są lustra weneckie. **Napisz**, dlaczego stojąc przed lustrem weneckim, nie widzimy osoby po jego drugiej stronie, ale ta osoba widzi nas.

Zapamiętaj!

- **Kąt padania** to kąt zawarty między promieniem padającym a normalną do powierzchni odbijającej.
- **Kąt odbicia** to kąt zawarty między promieniem odbitym a normalną do powierzchni odbijającej.
- **Prawo odbicia** mówi, że kąt odbicia jest zawsze równy kątowi padania, a promień padający, promień odbity oraz normalna leżą w jednej płaszczyźnie.

24 Zwierciadła

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8FK5M

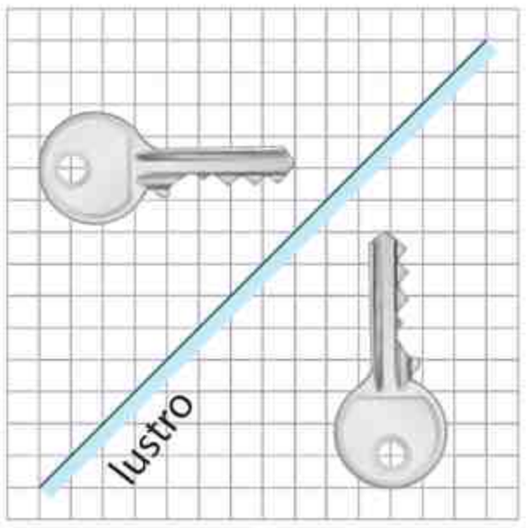
Na dobry początek

1 **Wpisz** w kratkę pod rysunkiem literę P, jeżeli rysunek prawidłowo przedstawia przedmiot oraz jego obraz w zwierciadle płaskim, lub literę N, jeżeli rysunek nie jest poprawny.

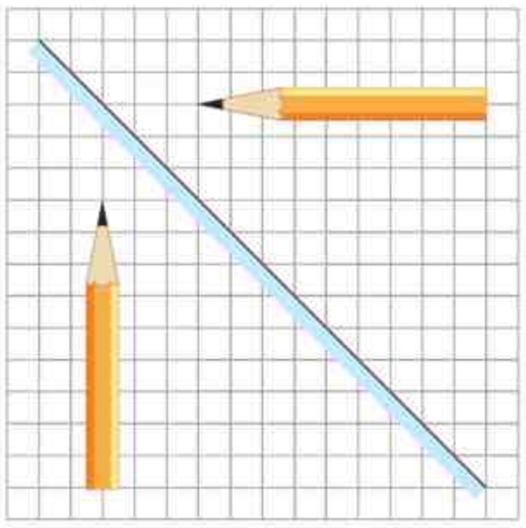
Płaszczyzna zwierciadła jest prostopadła do płaszczyzny kartki.

Przedmiot i jego obraz powstający w zwierciadle płaskim są do siebie symetryczne względem płaszczyzny zwierciadła.

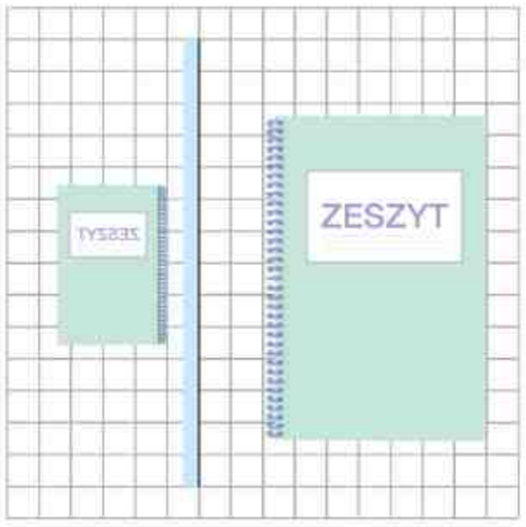
A.



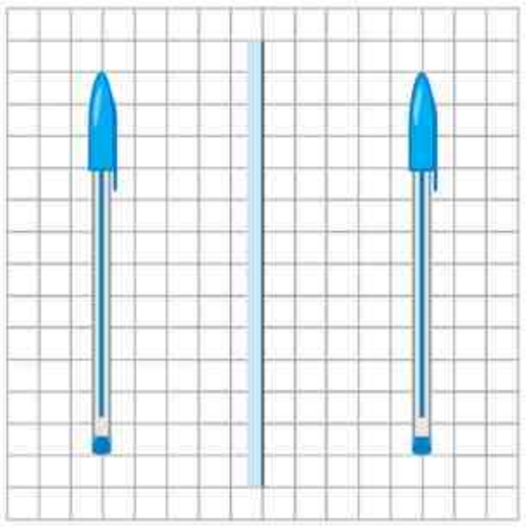
B.



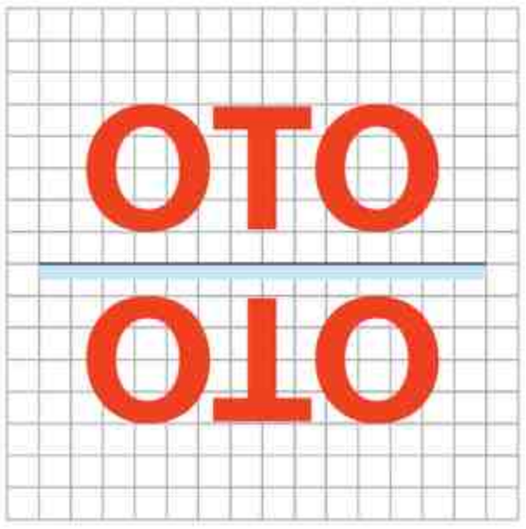
C.



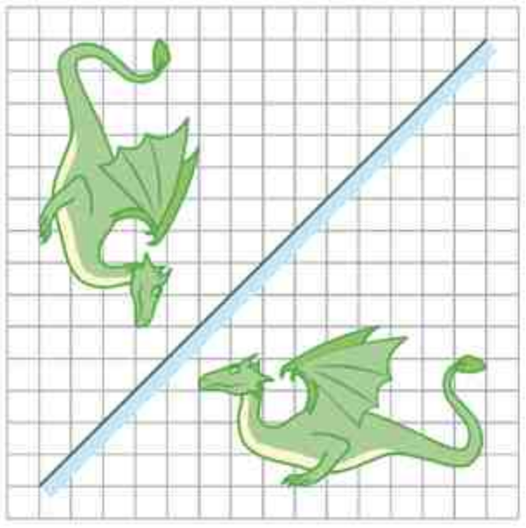
D. ☐



E. ☐

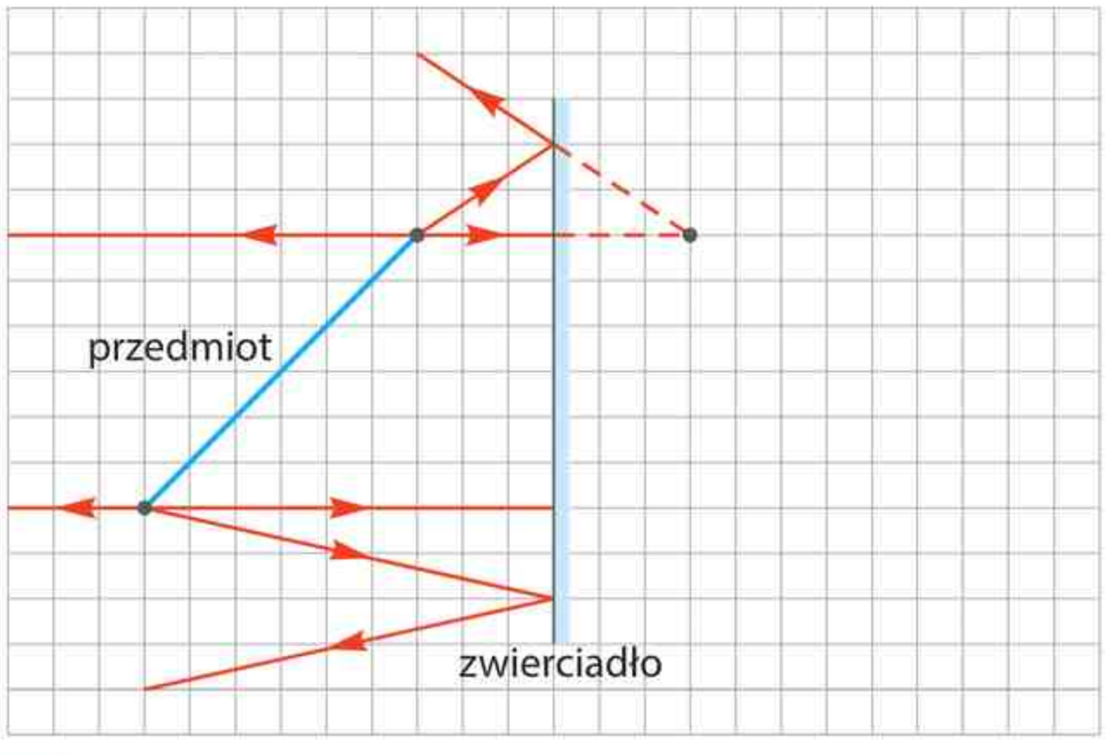


F. ☐

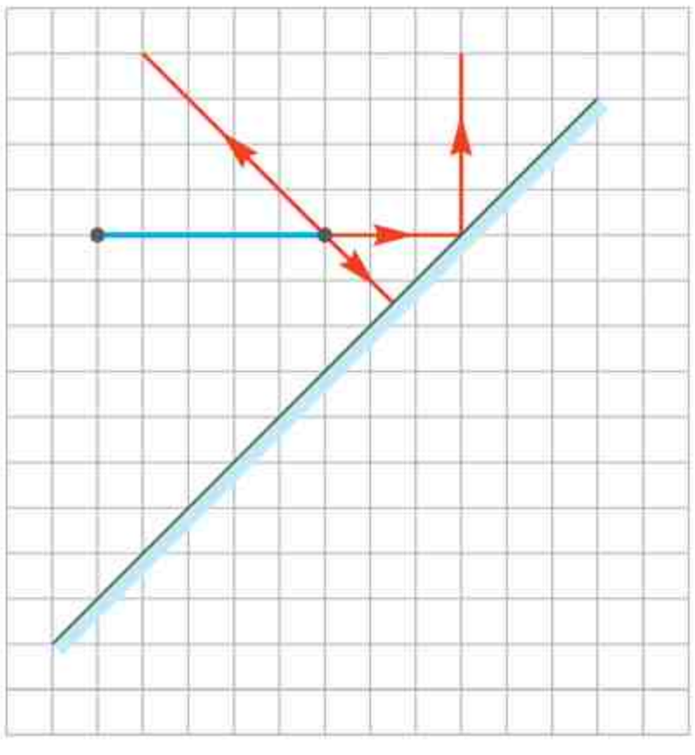


2 **Dokończ** konstrukcje obrazów powstających w zwierciadłach płaskich, dorysowując odpowiednie promienie.

A.



B.



3 **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdania.

Obraz powstający w zwierciadle płaskim jest **A/ B**, a jego rozmiary są **C/ D/ E**.

A. rzeczywisty

B. pozorny

C. mniejsze niż rozmiary przedmiotu, gdy przedmiot jest daleko od zwierciadła

D. większe niż rozmiary przedmiotu, gdy przedmiot jest bardzo blisko zwierciadła

E. zawsze takie same jak rozmiary przedmiotu

4 **Wpisz** w kratki na zdjęciach odpowiednie oznaczenia:
P – jeżeli przedstawione przedmioty lub substancje mogą pełnić dla światła funkcję zwierciadła płaskiego,
Wk – jeżeli mogą pełnić dla światła funkcję zwierciadła wklęsłego,
Wy – jeżeli mogą pełnić dla światła funkcję zwierciadła wypukłego,
X – jeśli nie mogą posłużyć za zwierciadła.













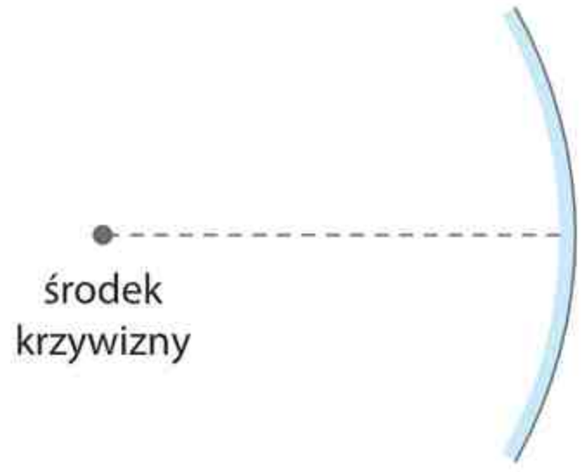
5 Na rysunkach przedstawiono przekroje dwóch zwierciadeł sferycznych wraz z osią optyczną oraz środkiem krzywizny. **Zaznacz** i **podpisz** literą F położenie ogniska każdego zwierciadła. **Podaj** długości ogniskowych. **Wykonaj** potrzebne pomiary linijką.

A.



$f =$ _____ cm

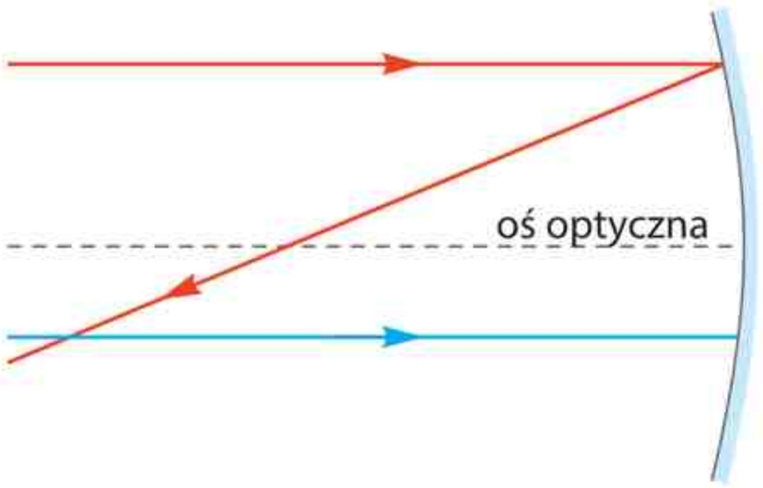
B.



$f =$ _____ cm

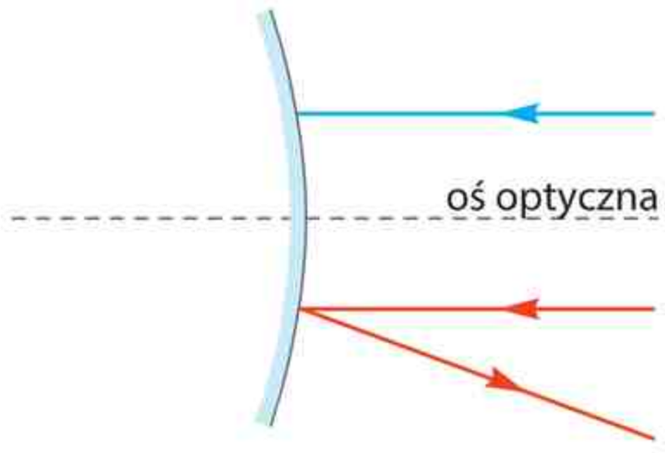
6 **Wyznacz** i **podpisz** literą F ogniska każdego ze zwierciadeł sferycznych, a pod rysunkami **podaj** długość ogniskowej. **Narysuj** bieg niebieskiego promienia światła po odbiciu od zwierciadła.

A.



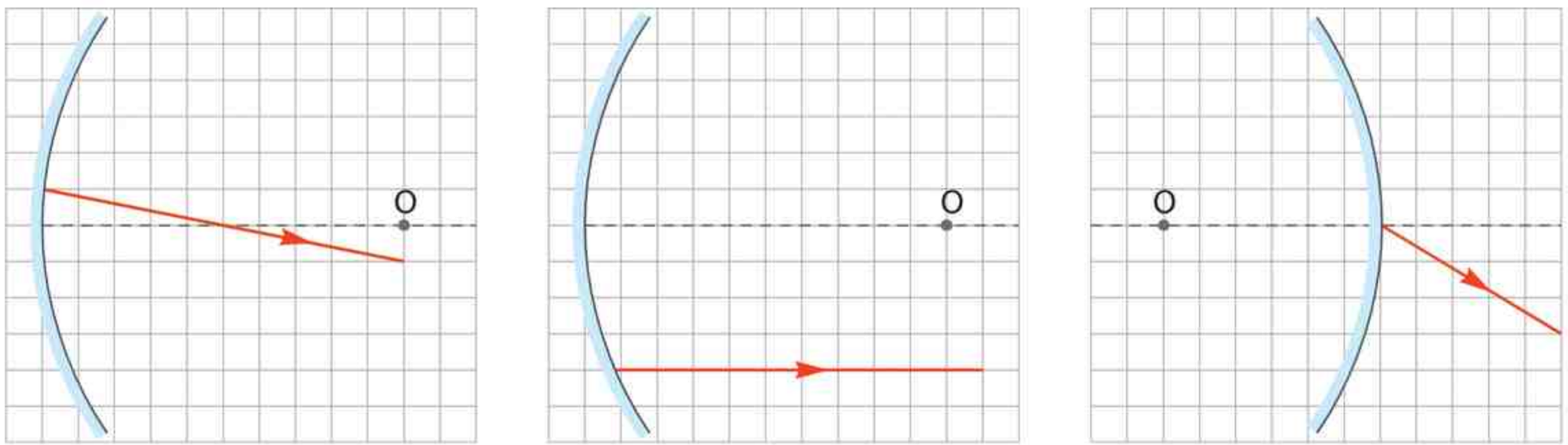
$f =$ _____ cm

B.



$f =$ _____ cm

7 Na rysunkach przedstawiono przekroje zwierciadeł sferycznych, promienie odbite od ich powierzchni oraz środki krzywizny zwierciadeł (O). **Dorysuj** promienie padające. Prosta normalna do powierzchni zwierciadła przechodzi przez punkt O.



Dla dociekliwych

8 Jakiej minimalnej wysokości powinno być płaskie lustro i na jakiej wysokości powinno być zawieszone, aby osoba o wzroście 160 cm mogła się w nim cała przejrzeć?

Jeżeli światło rozproszone od naszych butów oraz czubka głowy po odbiciu od lustra wpadnie do naszych oczu, to zobaczymy się w lustrze cali.

Zapamiętaj!

- **Obraz pozorny** powstaje w wyniku przecięcia się przedłużeń promieni odbitych od zwierciadła. Nie można go otrzymać na ekranie.
- Obrazy w zwierciadłach płaskich są pozorne, proste i tej samej wielkości co przedmiot.
- **Zwierciadło** nazywamy sferycznym, jeżeli powierzchnią odbijającą jest część powierzchni kuli (wypolerowana lub pokryta warstwą substancji odbijającej światło). W zwierciadle wklęsłym promienie świetlne odbijają się od wewnętrznej powierzchni kuli, a w zwierciadle wypukłym – od zewnętrznej.

25 Obrazy tworzone przez zwierciadła sferyczne

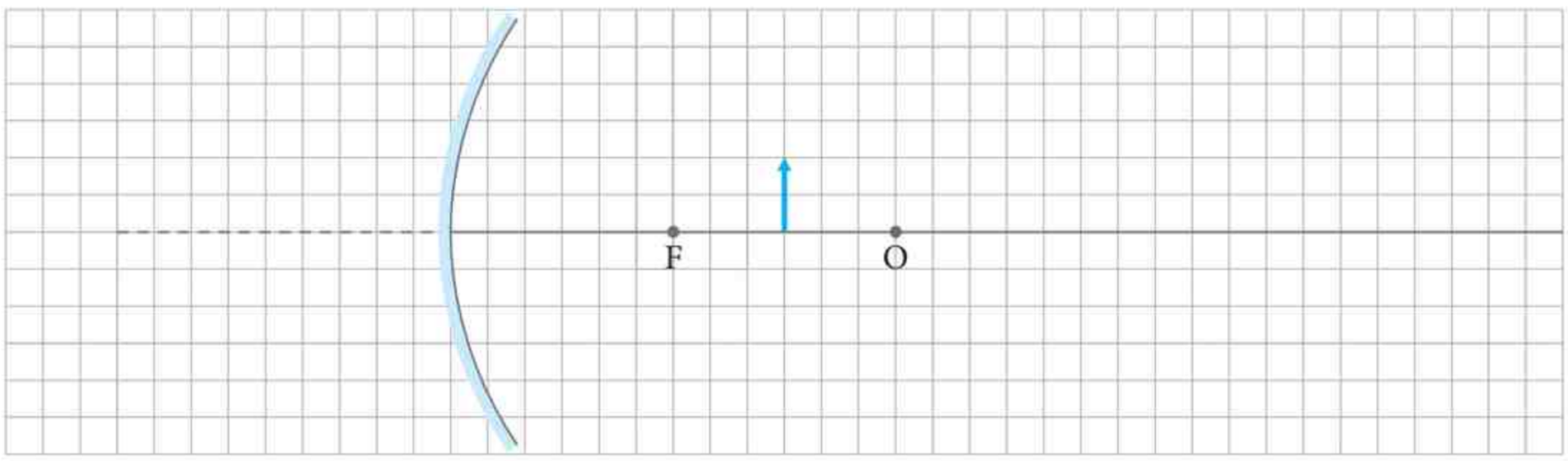
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8LKW7

Na dobry początek

1 Na rysunku literą F oznaczono ognisko zwierciadła wklęsłego, literą O – środek krzywizny, a strzałką – przedmiot.

Wykonaj konstrukcję obrazu i **wybierz** trzy jego cechy spośród **A**/ **B**, **C**/ **D**, **E**/ **F**.

Skonstruuj obrazy przedmiotów przedstawionych na rysunku, aby ułatwić sobie określenie ich cech.



A. pozorny
B. rzeczywisty
C. prosty
D. odwrócony
E. pomniejszony
F. powiększony

2 **Wybierz** poprawne dokończenie zdania.

Jeżeli odsuniemy się od bombki choinkowej, to nasze odbicie

A. zmniejszy się i odwróci do góry nogami.

B. zmniejszy się, ale nie będzie odwrócone do góry nogami.

C. powiększy się i odwróci do góry nogami.

D. powiększy się, ale nie będzie odwrócone do góry nogami.



3 Przedmiot znajduje się w odległości 20 cm od zwierciadła sferycznego wypukłego o ogniskowej $f = 10$ cm. **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Promień krzywizny tego zwierciadła wynosi około 40 cm.	**P**	**F**
2.	Powstały obraz przedmiotu jest rzeczywisty, odwrócony i pomniejszony.	**P**	**F**
3.	Gdy zbliżymy przedmiot do zwierciadła na odległość 15 cm, jego obraz się powiększy.	**P**	**F**
4.	Ognisko pozorne zwierciadła wypukłego leży na jego osi głównej.	**P**	**F**
5.	Ognisko pozorne otrzymujemy w wyniku przecięcia się przedłużeń promieni odbitych. Przed odbiciem promienie biegły równolegle do osi optycznej.	**P**	**F**

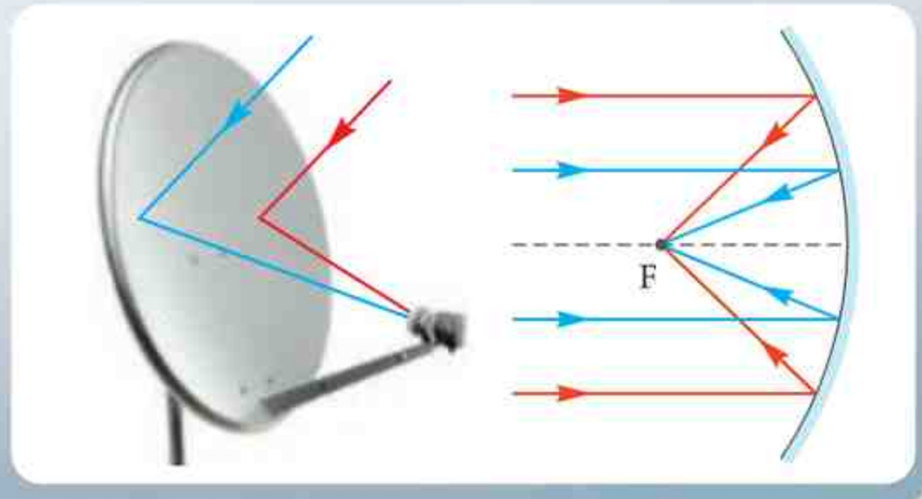
Korzystam z informacji

Zastosowanie zwierciadeł wklęsłych

Zwierciadła wklęsłe mają wiele funkcji – nie tylko ułatwiają nam codzienne czynności, lecz także umożliwiają obserwację kosmosu. Choć zwierciadła kojarzą się nam zwykle z odbijaniem światła, stosowane są do odbijania wszystkich fal elektromagnetycznych.

Skupianie promieni równoległych

Gdy promienie równoległe do osi optycznej zwierciadła wklęsłego padają na jego powierzchnię, po odbiciu skupiają się w jednym punkcie – ognisku. Każdy, kto ma telewizję satelitarną, korzysta ze zwierciadła wklęsłego skupiającego fale radiowe. Aby antena działała jak najlepiej, zwierciadło to nie jest sferyczne, ale paraboliczne.



Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

4 a) **Podziel** wymienione urządzenia ze względu na sposób, w jaki odbija się w nich promieniowanie. **Wpisz** w odpowiednich kolumnach tabeli oznaczenia urządzeń (A–F).

A. grzejnik elektryczny ze spiralą i odbłyśnikiem (tzw. farelka) • **B.** antena satelitarna • **C.** teleskop astronomiczny • **D.** reflektor samochodowy • **E.** odbłyśnik w latarce • **F.** zwierciadło wklęsłe w elektrowni słonecznej

Wiązka równoległych promieni po odbiciu od zwierciadła jest wiązką zbieżną	Wiązka rozbieżnych promieni wychodzących z ogniska po odbiciu od zwierciadła jest wiązką równoległą

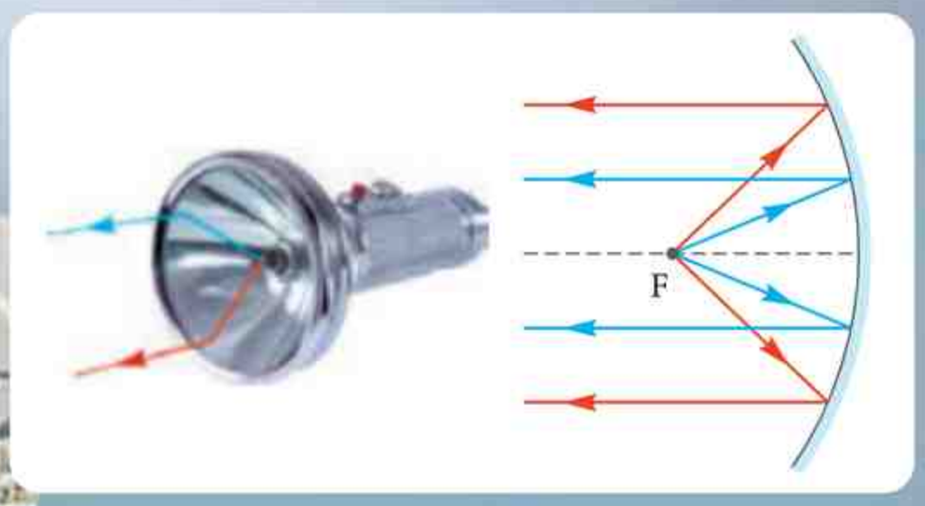
b) **Dopasuj** podane w ramce wartości ogniskowej do wymienionych zwierciadeł wklęsłych. **Uwaga.** Dwie wartości ogniskowej nie pasują do żadnego zwierciadła.

1,25 mm • 15 m • 28 cm • 3,2 km • 20 mm

talerz anteny satelitarnej _____ lusterko dentystyczne _____ talerz radioteleskopu _____

Tworzenie wiązki równoległej

Jeżeli źródło światła zostanie umieszczone w ognisku zwierciadła wklęsłego, to promienie po odbiciu od powierzchni zwierciadła będą do siebie równoległe. Tę właściwość zwierciadeł wykorzystano m.in. w reflektorach samochodowych i latarkach, w których promienie wychodzące ze źródła światła (żarówki) odbijają się od zwierciadła, nazywanego odbłyśnikiem.



Do wykrywania fal radiowych docierających do Ziemi z odległych zakątków kosmosu używa się ogromnych zwierciadeł zwanych radioteleskopami. Dzięki nim obserwujemy w kosmosie wiele obiektów, które nie wysyłają światła widzialnego.

c) Zanim w fotografii pojawiły się znane nam dzisiaj lampy błyskowe, w pierwszej połowie XX wieku stosowane były tzw. lampy spaleniowe. W szklanej bańce przypominającej żarówkę znajdował się drucik magnezowy lub aluminiowy, który pod wpływem przepływającego prądu rozgrzewał się i spalał, emitując jasne światło.

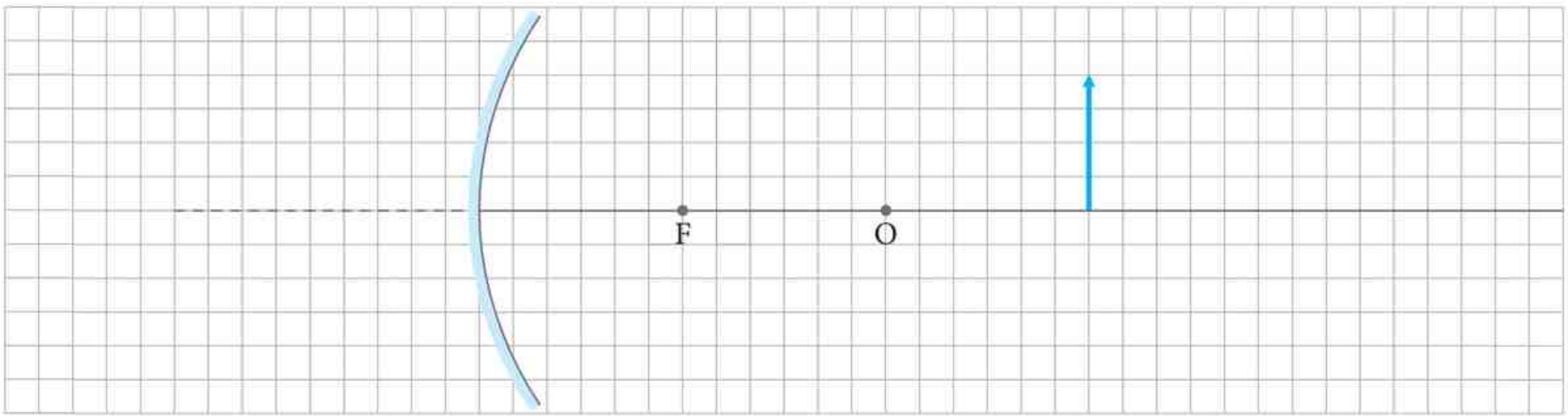


Wybierz takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

Jeżeli odbłyśnik był zwierciadłem sferycznym o promieniu krzywizny 20 cm, to „żarówkę” takiej lampy najlepiej było umieścić w odległości

1.	około 10 cm od odbłyśnika,	tak aby	**A.**	wiązka promieni rozbieżnych wychodzących z ogniska po odbiciu od zwierciadła utworzyła wiązkę równoległą.
2.	około 20 cm od odbłyśnika,		**B.**	wiązka promieni równoległych padających na powierzchnię zwierciadła po odbiciu skupiła się w ognisku.

5 Przedmiot umieszczono przed zwierciadłem wklęsłym, jak na rysunku, w odległości trzy razy większej niż ogniskowa.



a) **Wykonaj** konstrukcję obrazu i zapisz trzy jego cechy spośród **A/ B**, **C/ D**, **E/ F**.

A. pozorny **C.** prosty **E.** pomniejszony

B. rzeczywisty **D.** odwrócony **F.** powiększony

b) **Wybierz** poprawne uzupełnienie zdania.

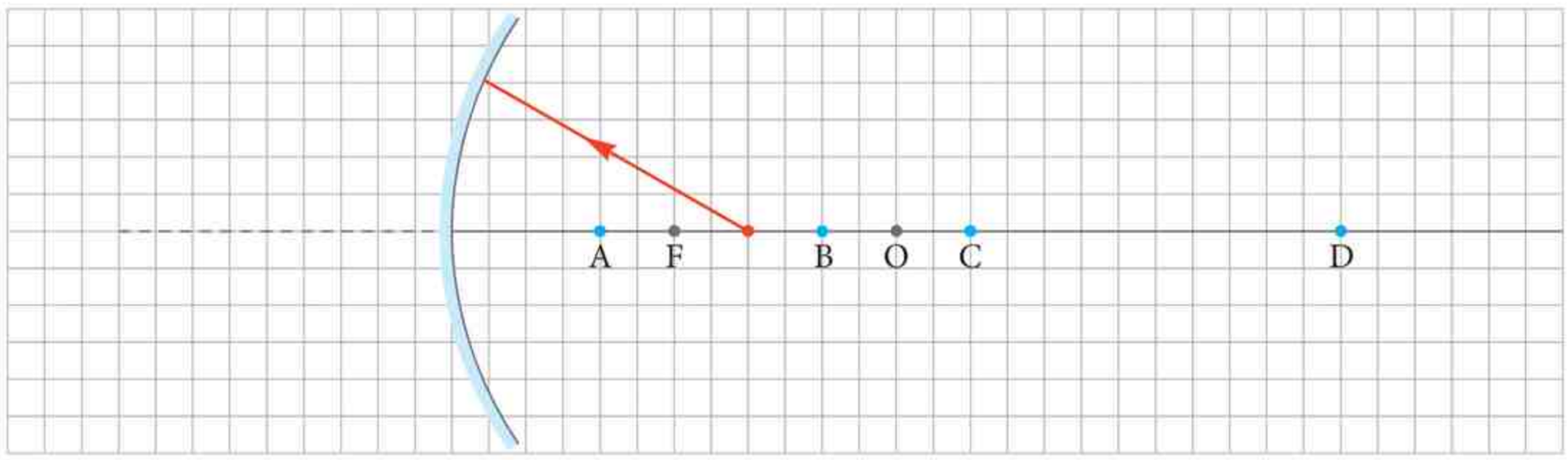
Jeżeli przedmiot przybliżymy do zwierciadła, to jego obraz **A/ B** zwierciadła i powiększenie obrazu **C/ D**.

A. przybliży się do **C.** zmaleje

B. oddali się od **D.** wzrośnie

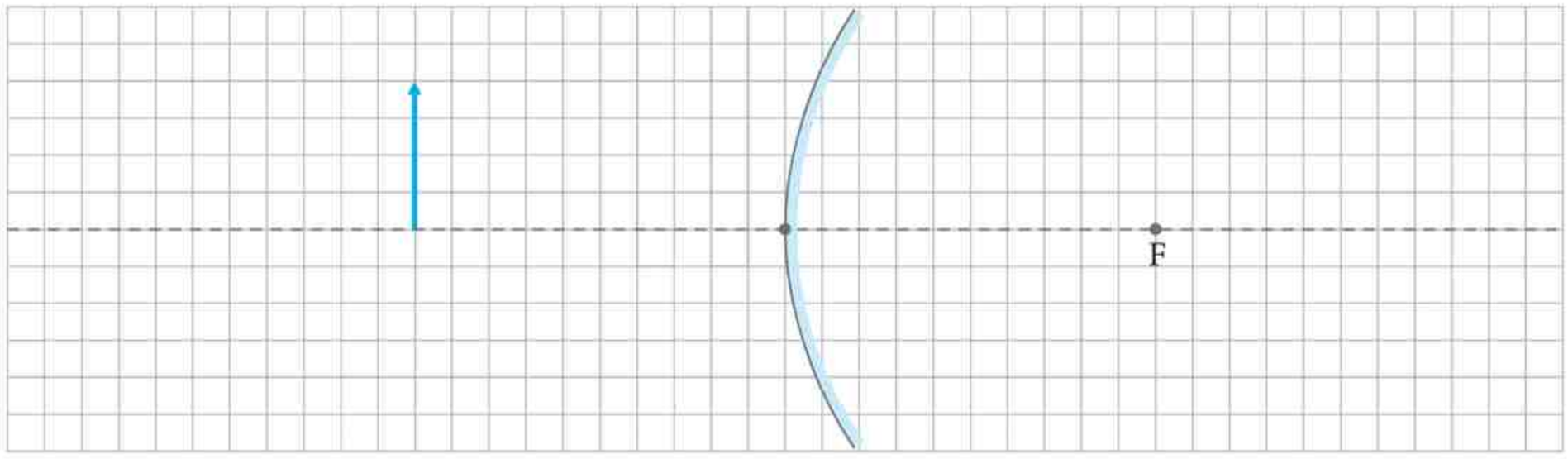
c) **Wybierz** poprawne uzupełnienie zdania.

Narysowany poniżej promień odbije się od zwierciadła i przetnie oś w punkcie _____ .



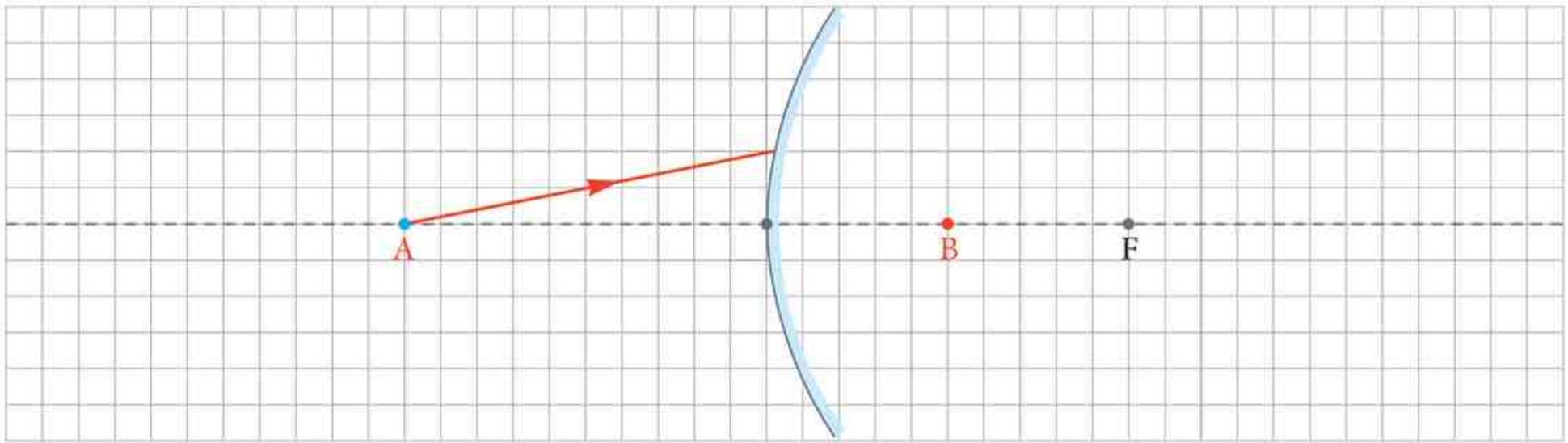
6 Przedmiot umieszczono przed zwierciadłem wypukłym w odległości równej ogniskowej.

a) **Wykonaj** konstrukcję obrazu i **zapisz** jego trzy cechy spośród **A/ B**, **C/ D**, **E/ F**.



A. pozorny **B.** rzeczywisty **C.** prosty **D.** odwrócony **E.** pomniejszony **F.** powiększony

b) Na rysunku zaznaczono świecący punkt A i jego obraz B oraz jeden wybrany promień padający na zwierciadło. **Narysuj** dalszy bieg promienia.



c) **Wybierz** poprawne uzupełnienie zdania. **Uzasadnij** swój wybór.

Obraz przedmiotu umieszczonego w punkcie A powstanie **A/ B/ C/ D**.

A. przed zwierciadłem

B. za zwierciadłem w ognisku pozornym

C. za zwierciadłem, ale przed ogniskiem pozornym

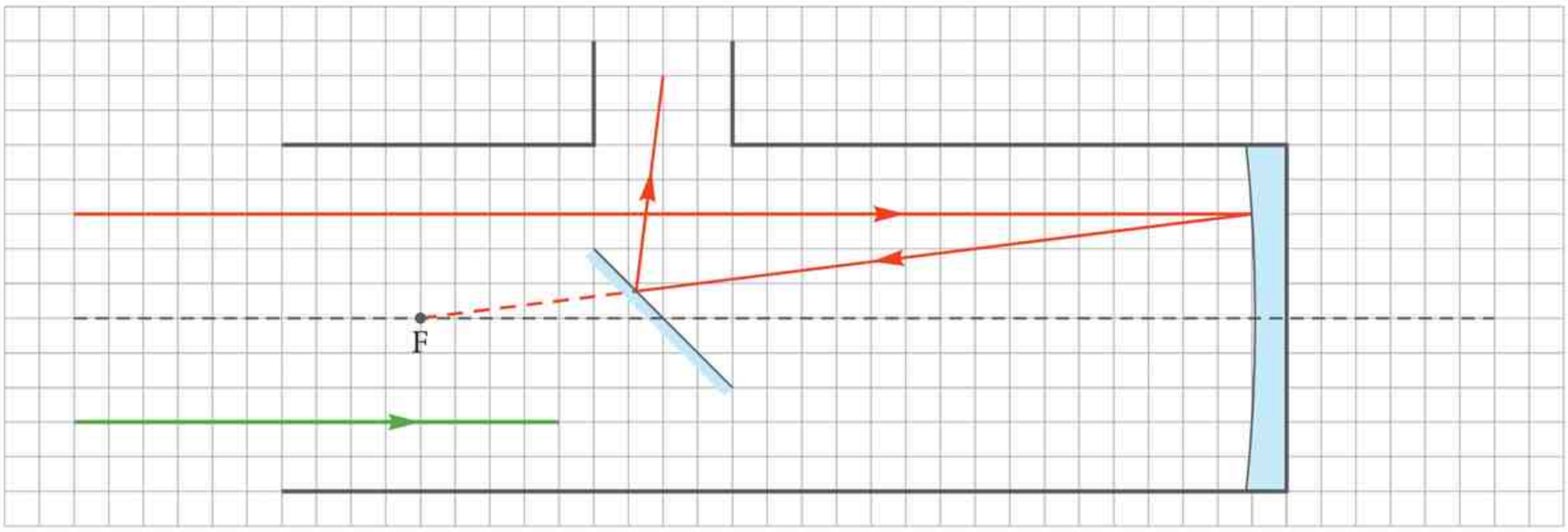
D. za zwierciadłem za ogniskiem pozornym

Uzasadnienie: _____

Dla dociekliwych

7 W wielu teleskopach wykorzystuje się układ zwierciadeł, którego fragment przedstawiono na poniższym schemacie. Promień światła (przykładowy oznaczono na rysunku kolorem czerwonym) wpada do teleskopu i odbija się od zwierciadła wklęsłego. Następnie pada na zwierciadło płaskie, które kieruje go do innych elementów optycznych (niezaznaczonych na schemacie), a te – do oka obserwatora.

Naszkicuj bieg promienia zaznaczonego kolorem zielonym wewnątrz przedstawionego fragmentu teleskopu. Pamiętaj o własnościach zwierciadła wklęsłego oraz zastosowaniu prawa odbicia w zwierciadle płaskim.



Zapamiętaj!

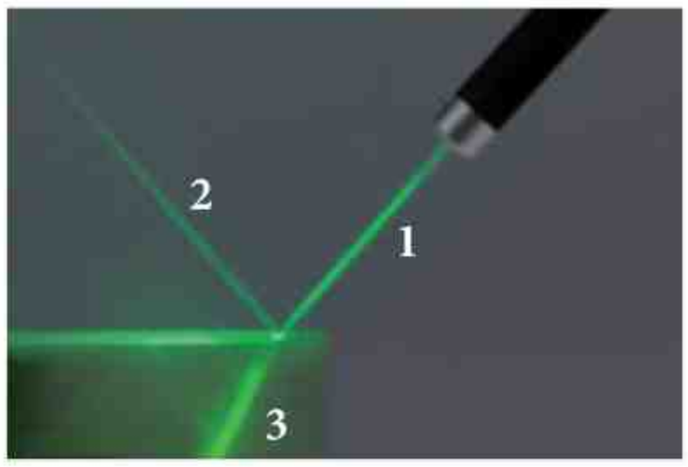
- **Obraz rzeczywisty** powstaje w wyniku przecięcia promieni odbitych. Zobaczysz go na ekranie.
- **Powiększenie** obrazu to iloraz wysokości h_2 obrazu i wysokości h_1 przedmiotu: $p = \frac{h_2}{h_1}$.
- Rodzaj obrazu otrzymanego w zwierciadle sferycznym wklęsłym zależy od odległości x przedmiotu od zwierciadła. Obrazy powstające w zwierciadle sferycznym wypukłym są zawsze pozorne, proste i pomniejszone.

26 Zjawisko załamania światła

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F829K4

Na dobry początek

1 Na zdjęciu obok przedstawiono promień światła padający na szklany przedmiot. Część światła załamuje się w szkle, a część odbija się od niego.

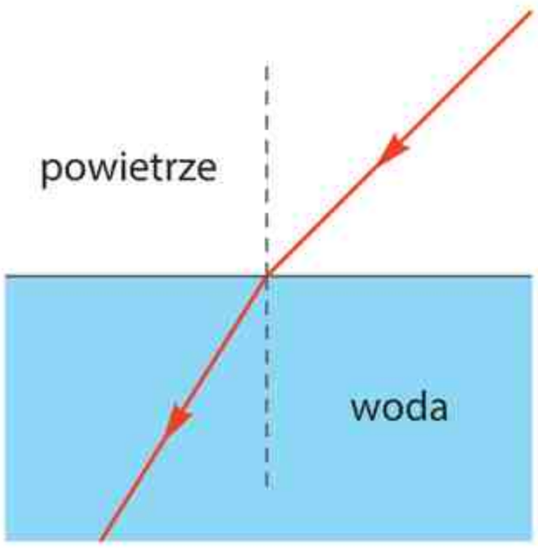


Oceń prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

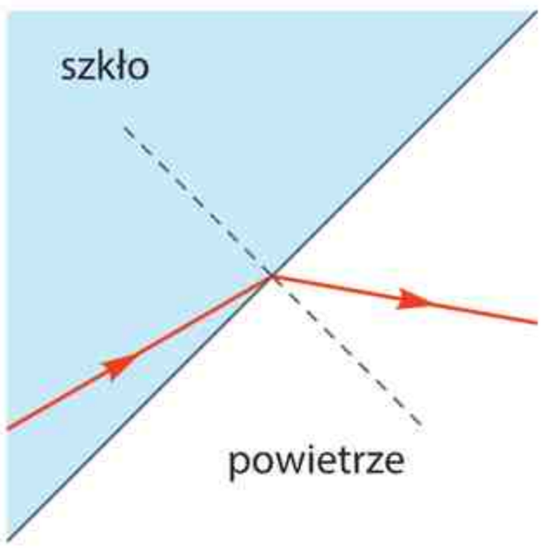
1.	Cyfrą 2 na zdjęciu oznaczono promień załamany.	P	F
2.	Cyfrą 3 na zdjęciu oznaczono promień odbity.	P	F
3.	Kąt załamania jest większy od kąta padania.	P	F
4.	Promień światła przechodzi z substancji o mniejszej gęstości optycznej do substancji o większej gęstości optycznej.	P	F

2 Woda jest ośrodkiem optycznie gęstszym od powietrza, a szkło jest ośrodkiem optycznie gęstszym od wody. **Otocz** pętlą rysunki, na których błędnie przedstawiono promień załamany. **Uwaga.** Podczas rozwiązywania zadania posłuż się linijką i ekierką. Przypomnij sobie, kiedy kąt padania jest większy od kąta załamania, a kiedy – odwrotnie.

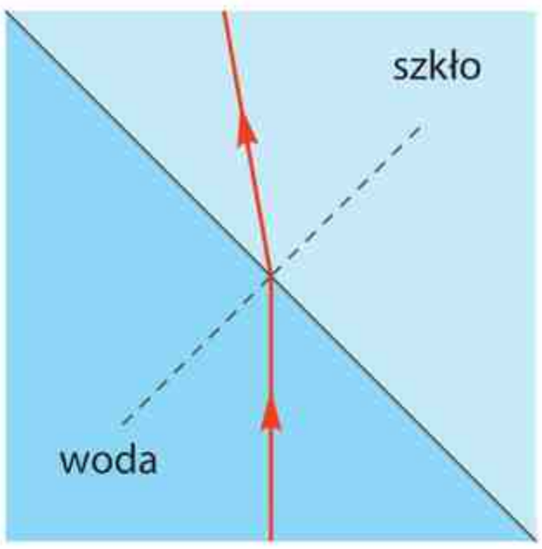
A.



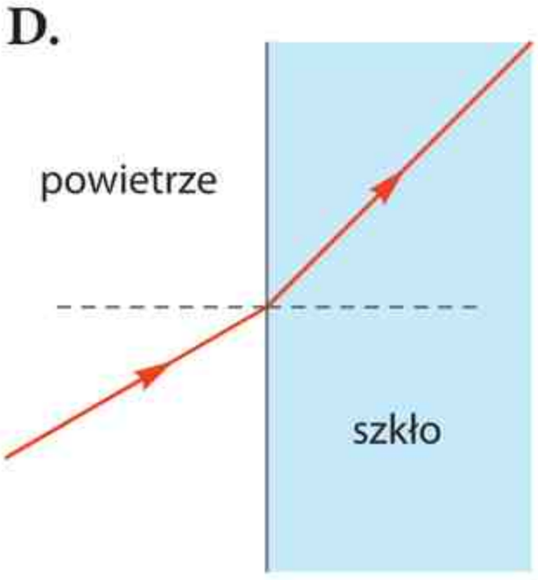
B.



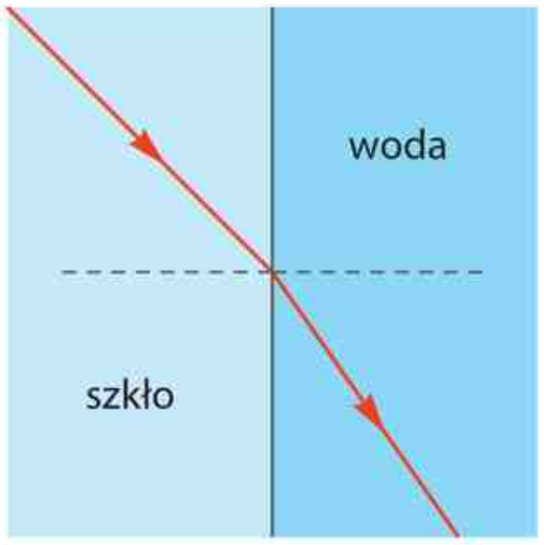
C.



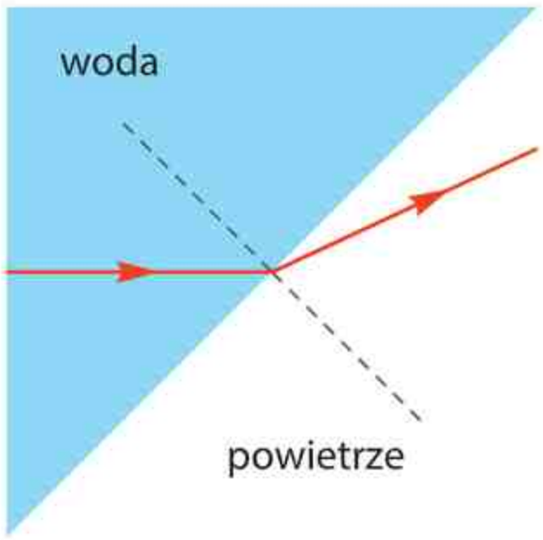
D.



E.



F.

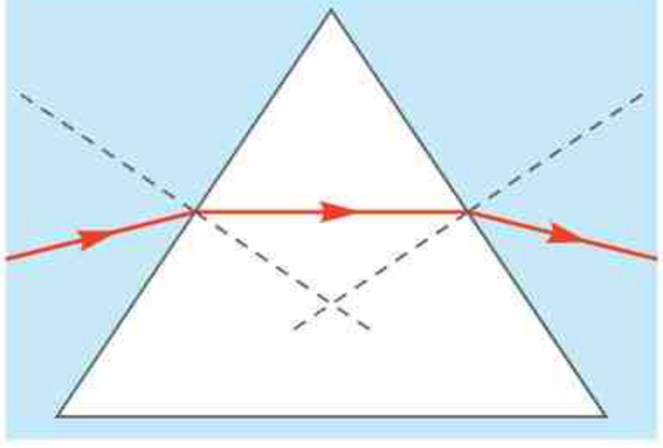


3 Promień światła przechodzi przez blok szkła, w którym wykonano otwór w kształcie pryzmatu. Przyjmujemy, że w otworze znajduje się powietrze.

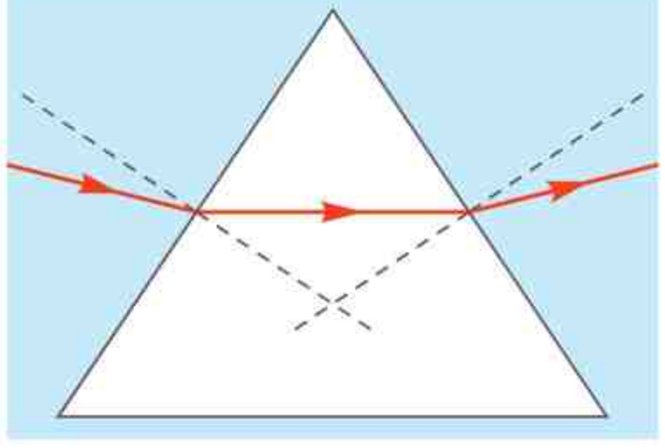
Podkreśl poprawne uzupełnienia zdań.

Prawidłowy bieg promienia światła przedstawiono na rysunku *A*/ *B*/ *C*, ponieważ gdy promień przechodzi z ośrodka optycznie gęstszego do ośrodka optycznie rzadszego, kąt padania jest *większy*/ *mniejszy* niż kąt załamania. Natomiast gdy promień światła przechodzi z ośrodka optycznie rzadszego do gęstszego, kąt padania jest *większy*/ *mniejszy* niż kąt załamania.

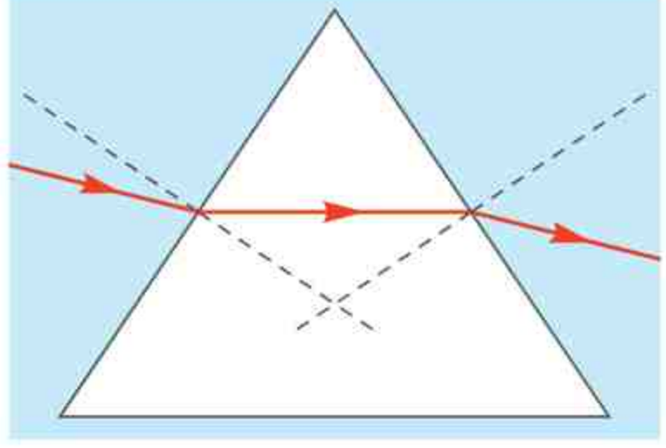
A.



B.

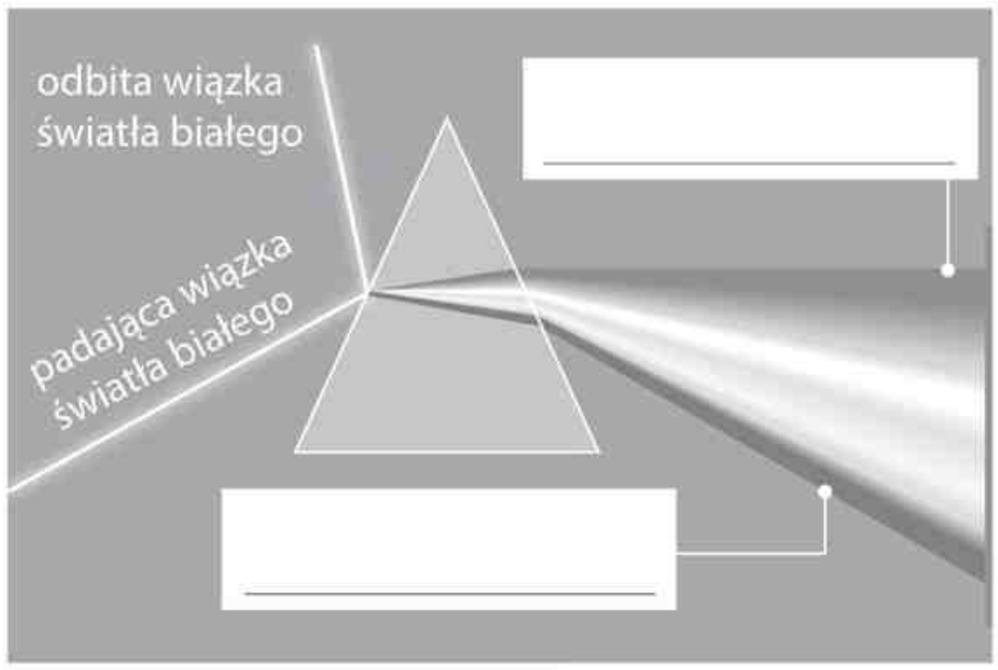


C.



4 **a)** Na rysunku przedstawiono w odcieniach szarości wiązkę światła białego po przejściu przez pryzmat i rozszczepieniu. **Wpisz** w wolne miejsca nazwy barw skrajnych promieni rozszczepionego światła białego, wybrane spośród podanych w ramce.

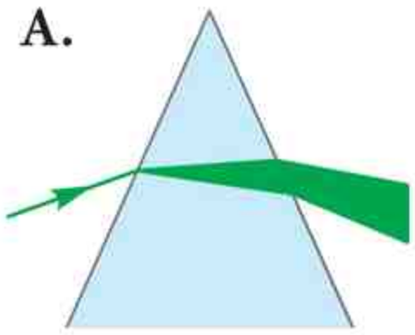
zielony • żółty • czerwony • niebieski • fioletowy • pomarańczowy



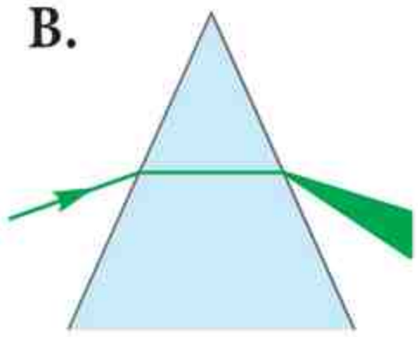
b) **Wybierz** poprawne uzupełnienie zdania.

Jeżeli na pryzmat pada promień światła laserowego o barwie zielonej, to dalszy bieg promienia jest przedstawiony na rysunku **A**/ **B**/ **C**/ **D**.

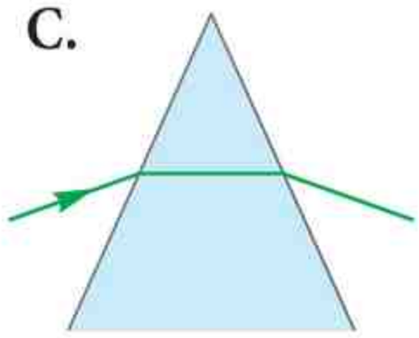
A.



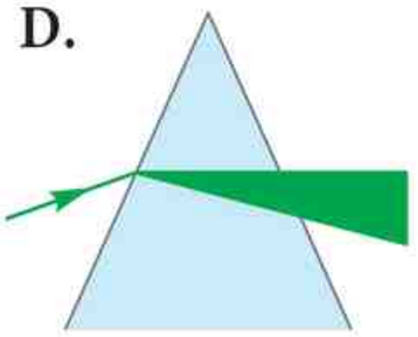
B.



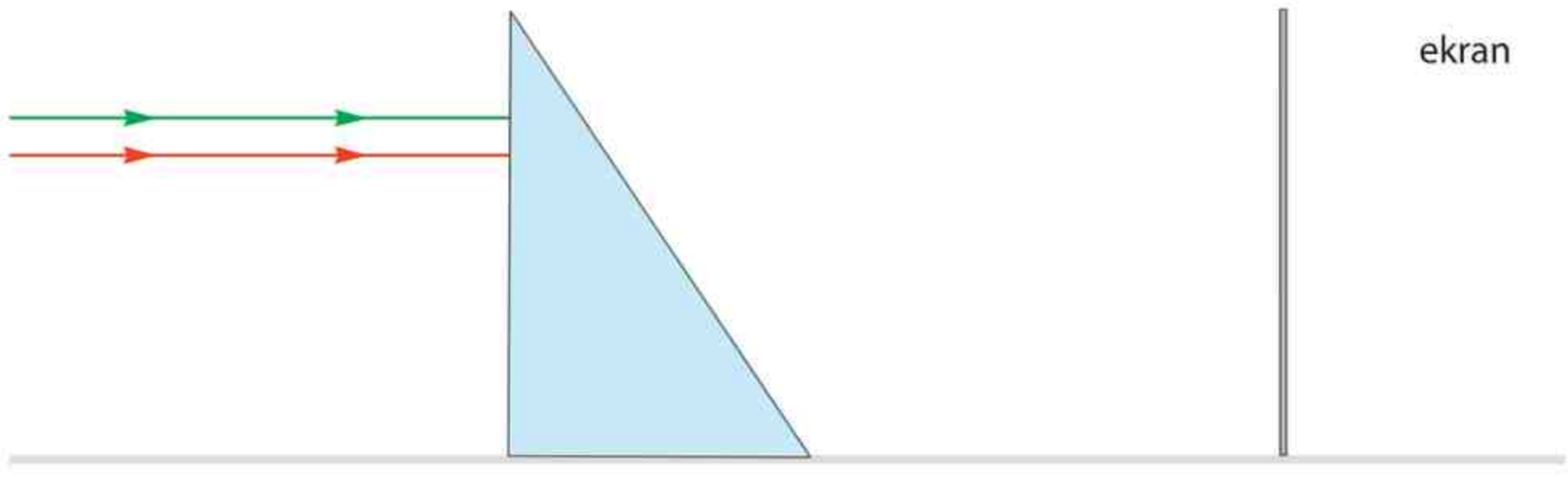
C.



D.



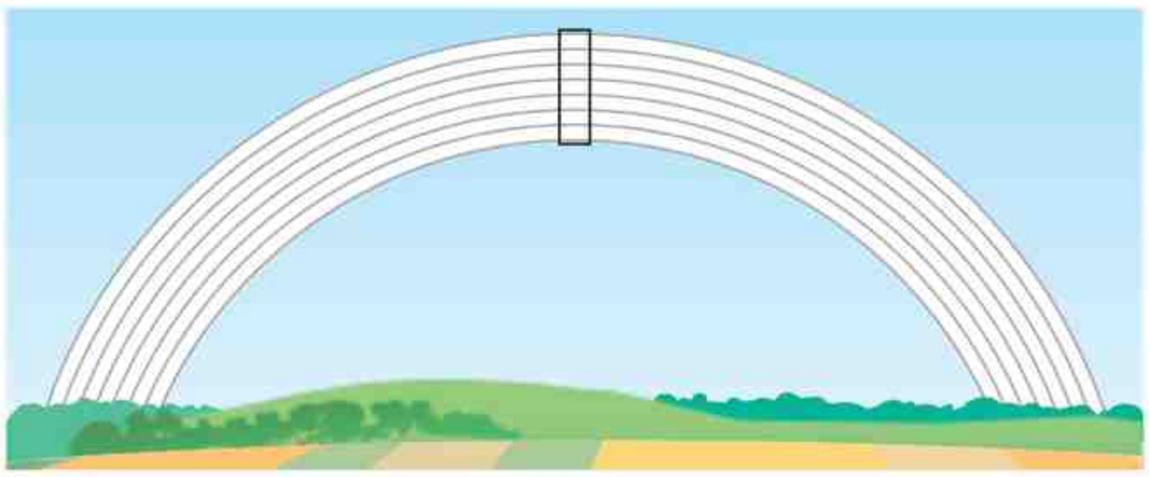
c) Na pryzmat skierowano jednocześnie promienie pochodzące z dwóch laserów, przy czym jeden jest źródłem światła o barwie zielonej, a drugi – o barwie czerwonej. **Narysuj** dalszy bieg promieni laserowych.



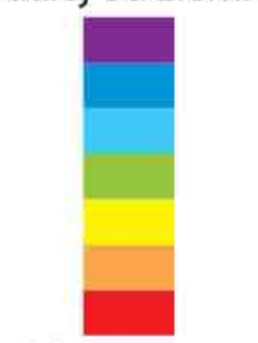
5 **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdań.

a) Prawidłowa kolejność barw tęczy w zaznaczonym na ilustracji A prostokącie przedstawiona jest na rysunku **B**/ **C**.

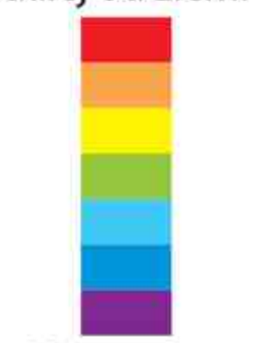
A.



B.



C.



b) Układ barw w tęczy wynika z tego, że przy takim samym kącie padania na kroplę wody kąt załamania dla światła czerwonego jest **D**/ **E** niż dla światła fioletowego. Ostatecznie obserwator odnosi wrażenie, że promień światła fioletowego dociera do niego z miejsca **F**/ **G** niż promień światła czerwonego.

D. mniejszy **E.** większy **F.** niżej położonego **G.** wyżej położonego

6 Na zdjęciu widzimy kubek z wodą, na którego dnie znajduje się moneta. **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.



a) Jeżeli przedmiot leżący na dnie kubka z wodą jest widoczny, gdy patrzymy na niego pod pewnym kątem, to przedmiot ułożony w ten sam sposób w pustym kubku *również będzie widoczny*/ *może być widoczny, częściowo niewidoczny lub całkowicie niewidoczny*/ *będzie niewidoczny.*

b) Promienie światła, które padają na przedmiot w kubku z wodą i odbijają się od niego, *załamują się*/ *nie załamują się* na granicy ośrodków i po przejściu z wody do powietrza rozchodzą się (względem dna kubka) pod kątem *takim samym jak*/ *większym niż*/ *mniejszym niż* w wodzie. W związku z tym obserwowany przedmiot sprawia wrażenie, jakby leżał *na tej samej głębokości co*/ *płycej niż*/ *głębiej niż* w pustym kubku.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F898EG

Zapamiętaj!

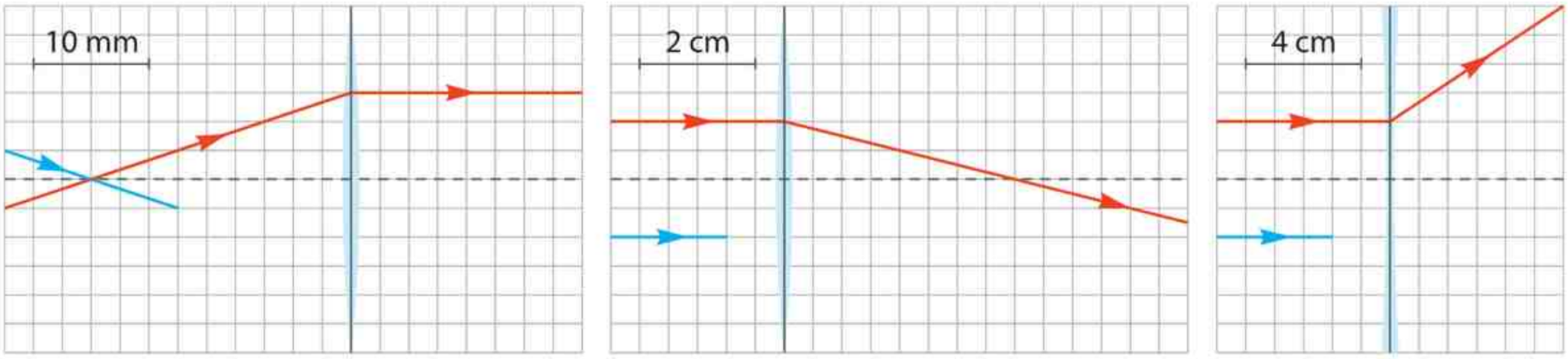
- **Załamanie światła** to zmiana kierunku biegu promienia świetlnego na granicy dwóch ośrodków. Promień światła załamuje się ku normalnej (kąt padania jest większy od kąta załamania), jeśli światło przechodzi z ośrodka optycznie rzadszego do ośrodka optycznie gęstszego.
- **Pryzmat** to bryła, np. szklana, w kształcie graniastosłupa o podstawie trójkątnej.
- **Rozszczepienie** to rozdzielenie wiązki światła złożonej z fal o różnej długości na poszczególne barwy.
- Światło jednobarwne (monochromatyczne) nie ulega rozszczepieniu.

27 Soczewki

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8KZSF

Na dobry początek

1 Na rysunkach czerwoną linią narysowano bieg promieni i ich załamanie w cienkich soczewkach. **Narysuj** dalszy bieg promieni oznaczonych linią niebieską (jeżeli trzeba, zaznacz przedłużenie tych promieni) i **podaj** ogniskowe soczewek.



$f =$ _____ cm $f =$ _____ cm $f =$ _____ cm

2 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Promień światła przy przejściu przez środek cienkiej soczewki nie załamuje się.	**P**	**F**
2.	Miejsce przecięcia promieni równoległych do osi optycznej po przejściu przez soczewkę skupiającą to ogniskowa.	**P**	**F**
3.	Szklana soczewka płasko-wypukła umieszczona w powietrzu jest soczewką skupiającą.	**P**	**F**
4.	Im krótsza jest ogniskowa soczewki, tym bardziej soczewka załamuje promienie światła.	**P**	**F**

Przykład

Oblicz:

a) zdolność skupiającą soczewki o ogniskowej $f = 25$ cm,

b) ogniskową soczewki o zdolności skupiającej $Z = -2{,}5$ D.

Wynik wyraź w centymetrach. Określ rodzaj soczewki.

Ogniskowa soczewki rozpraszającej jest ujemna. Zdolność skupiająca soczewki: $Z = \frac{1}{f}$.

Rozwiązanie:

a) Zamieniamy jednostki z centymetrów na metry: $f = 25$ cm $= 0{,}25$ m.

Korzystamy ze wzoru na zdolność skupiającą:

$$Z = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}25\ \text{m}} = 4\ \text{D}.$$

Odpowiedź: Zdolność skupiająca soczewki wynosi 4 dioptrie.

b) Wyznaczamy ogniskową ze wzoru na zdolność skupiającą: $Z = \frac{1}{f}$, więc $f = \frac{1}{Z}$.
Podstawiamy dane do wzoru:

$$f = -\frac{1}{2{,}5\ \text{D}} = -0{,}4\ \text{m} = -40\ \text{cm}.$$

Odpowiedź: Soczewka jest soczewką rozpraszającą o ogniskowej –40 cm.

3 Korzystając z przykładu na poprzedniej stronie, **uzupełnij** w tabeli brakujące wartości ogniskowych i zdolności skupiających soczewek oraz określ rodzaj soczewek. Pierwsza kolumna została uzupełniona.

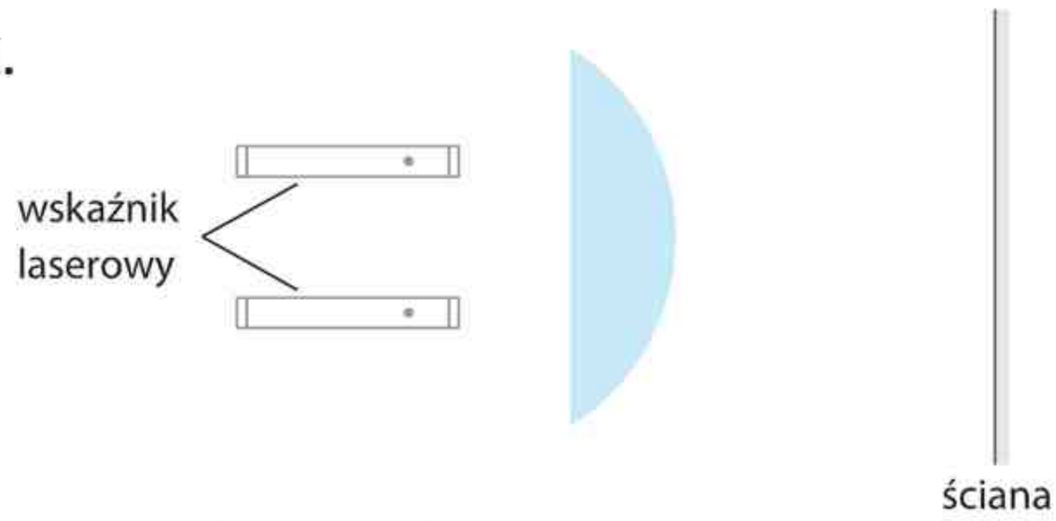
Ogniskowa soczewki [cm]		–20	80		–12,5
Zdolność skupiająca soczewki [D]		–5		1,6	
Rodzaj soczewki	skupiająca	–			
	rozpraszająca	X			

4 Gdy dwie równoległe wiązki światła laserowego skierowano na ścianę, utworzyły one plamki takie jak na rysunku I. Następnie między wskaźniki a ścianę wstawiono soczewkę skupiającą o ogniskowej 10 cm (rysunek II).

I.



II.



a) Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

Gdy na ścianie pojawiły się plamki światła takie jak na rysunku III, to soczewka była oddalona od ściany **A/ B/ C/ D**.

III.



Gdy na ścianie pojawiły się plamki światła takie jak na rysunku IV, to soczewka była oddalona od ściany **A/ B/ C/ D**.

IV.



Gdy na ścianie pojawiły się plamki światła takie jak na rysunku V, to soczewka była oddalona od ściany **A/ B/ C/ D**.

V.



A. na pewno o mniej niż 10 cm

B. o mniej niż 10 cm lub o więcej niż 10 cm, lecz mniej niż 20 cm

C. na pewno o więcej niż 10 cm

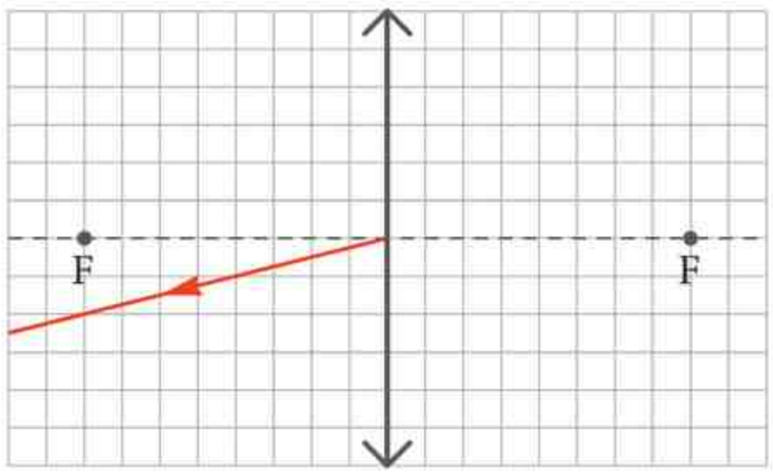
D. o około 10 cm

b) Podkreśl poprawne uzupełnienie zdania.

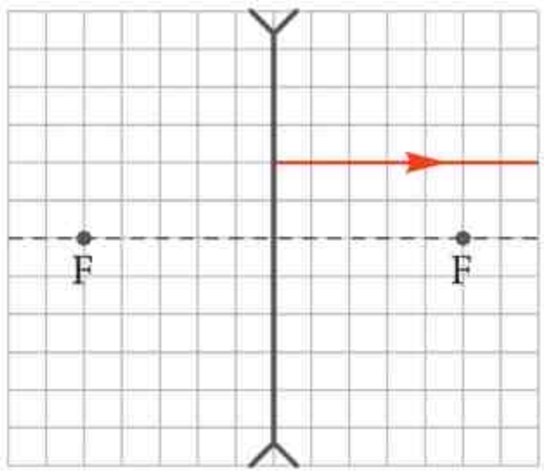
Oddalenie wskaźników laserowych od soczewki (bez ich obracania i rozsuwania) spowoduje, że plamki na ekranie *nie zmienią położenia/ oddalą się od siebie/ przybliżą się do siebie*.

5 Na rysunkach przedstawiono promienie światła przechodzące przez trzy różne soczewki. Zaznaczono też ogniska soczewek. **Narysuj** promienie padające na te soczewki.

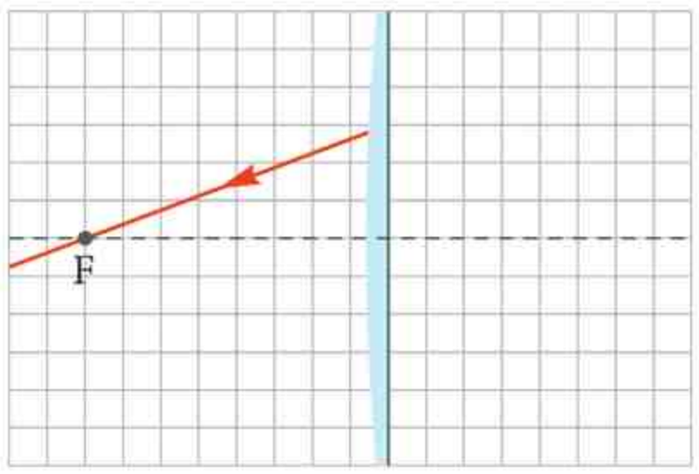
A.



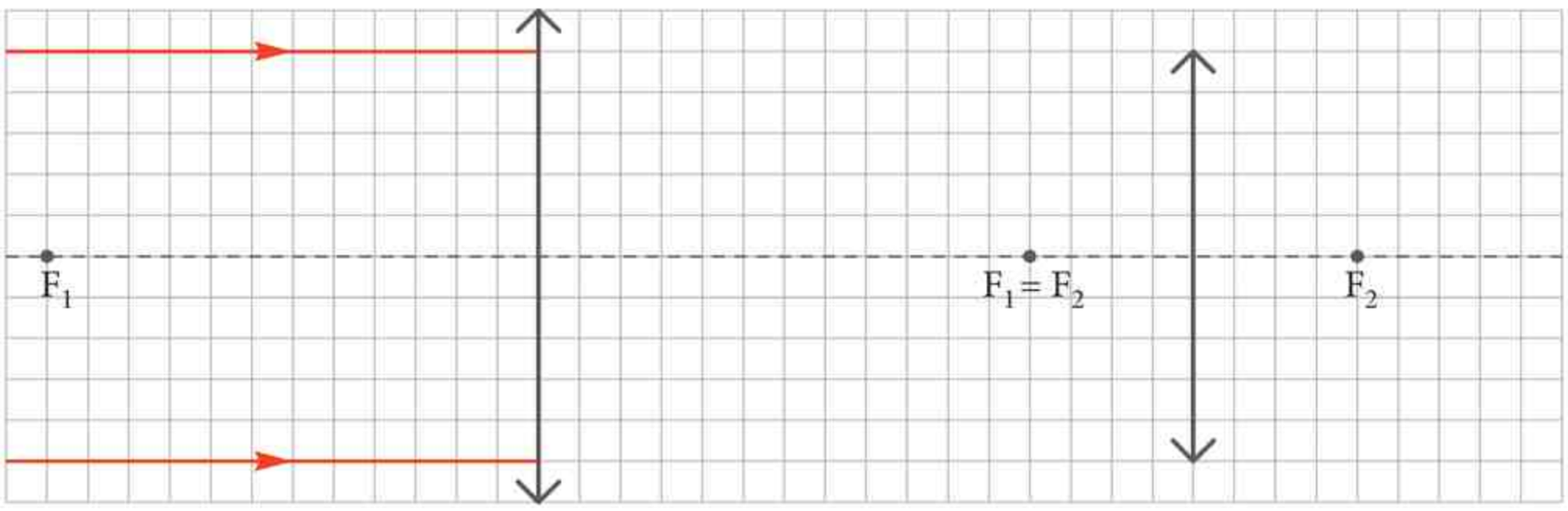
B.



C.



6 Jeżeli dwie soczewki skupiające ustawimy w ten sposób, że ich ogniska i osie optyczne będą się pokrywać, otrzymamy tzw. lunetę Keplera. Na rysunku zaznaczono położenie soczewek i ich ognisk. **Narysuj** dalszy bieg promieni światła przechodzących przez obie soczewki.



Dla dociekliwych

7 Czy soczewka wypukła zawsze jest soczewką skupiającą, a wklęsła rozpraszającą? **Uzasadnij** odpowiedź.

Zwróć uwagę na gęstość optyczną ośrodka.

Zapamiętaj!

- Soczewka skupiająca służy do skupiania światła, a rozpraszająca – do jego rozpraszania.
- **Ognisko rzeczywiste** w soczewce skupiającej – punkt, w którym promienie równoległe do osi optycznej skupiają się po przejściu przez soczewkę.
- **Ognisko pozorne** w soczewce rozpraszającej – punkt przecięcia przedłużeń promieni załamanych, które przed przejściem przez soczewkę były równoległe do osi optycznej.
- **Zdolność skupiająca** soczewki Z to odwrotność ogniskowej soczewki: $Z = \frac{1}{f}$. Jej jednostką jest dioptria (1 D).

28 Otrzymywanie obrazów za pomocą soczewek

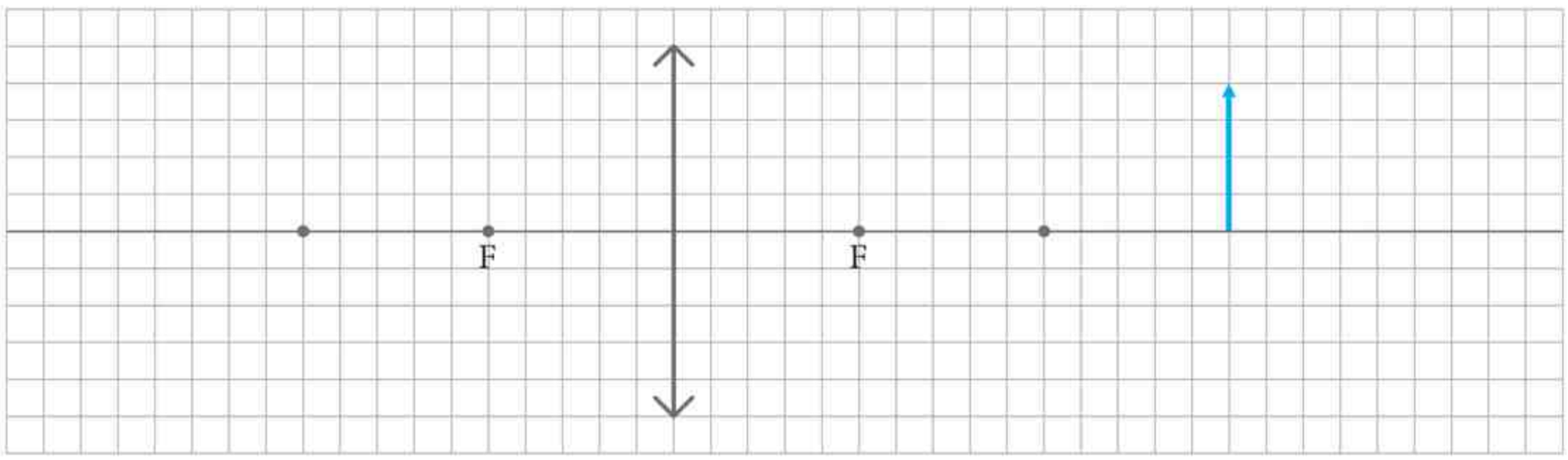
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F8Q1NX

Na dobry początek

1 Na rysunku literą F oznaczono ognisko soczewki skupiającej, a strzałką – przedmiot.

a) **Wykonaj** konstrukcję obrazu i **wybierz** trzy jego cechy spośród **A/ B**, **C/ D**, **E/ F**.

A. pozorny
B. rzeczywisty
C. prosty
D. odwrócony
E. pomniejszony
F. powiększony



b) Jaki obraz otrzymamy za pomocą tej soczewki, jeżeli strzałkę umieścimy w odległości $f < x < 2f$? **Wymień** jego cechy.

2 Na zdjęciu obok przedstawiono obraz wytworzony przez lupę o ogniskowej 10 cm.

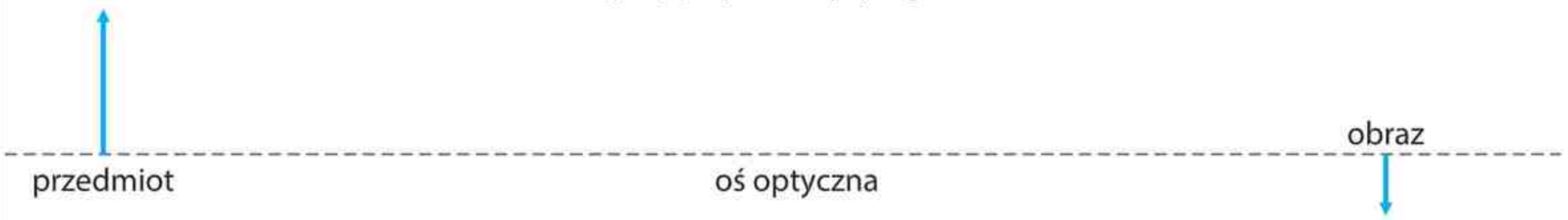
Oceń prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.



1.	Powstały obraz jest pozorny.	**P**	**F**
2.	Obraz tworzony przez lupę jest obrazem prostym.	**P**	**F**
3.	Jeżeli zbliżymy lupę do tekstu, to obraz wytworzony przez lupę powiększy się.	**P**	**F**
4.	Jeżeli zaczniemy odsuwać lupę od tekstu, to przy pewnym jej oddaleniu od kartki nie zobaczymy żadnego obrazu.	**P**	**F**
5.	Lupa na zdjęciu znajduje się w odległości od tekstu mniejszej niż 10 cm.	**P**	**F**

Przykład

Na rysunku zaznaczono położenie przedmiotu i jego obrazu. Wyznacz położenie soczewki skupiającej oraz jej ognisk.



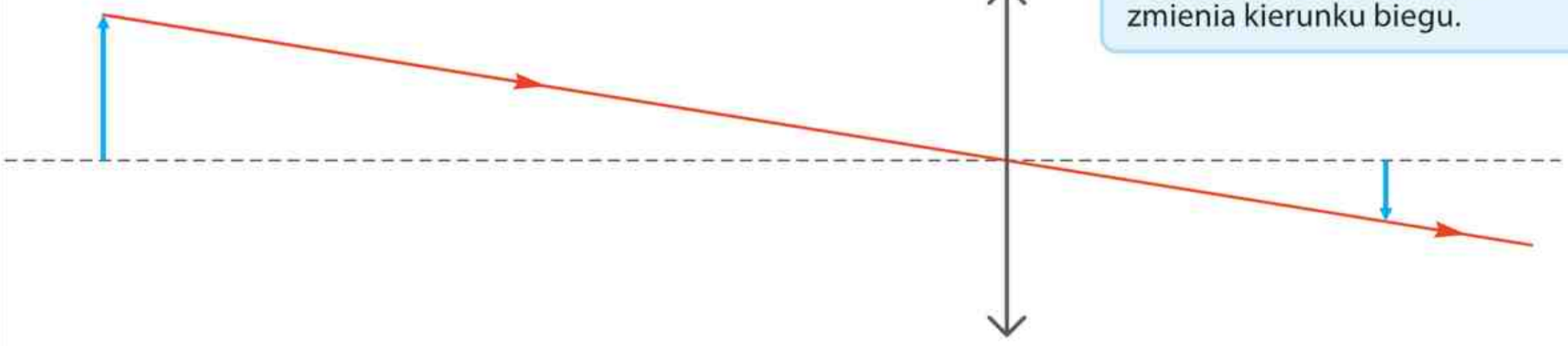
Rozwiązanie:

1. Prowadzimy promień światła od wybranego punktu przedmiotu (np. grotu strzałki) do odpowiadającego mu punktu obrazu.



2. W miejscu przecięcia poprowadzonego promienia z osią optyczną znajduje się środek soczewki.

Promień światła przechodzący przez środek soczewki nie zmienia kierunku biegu.

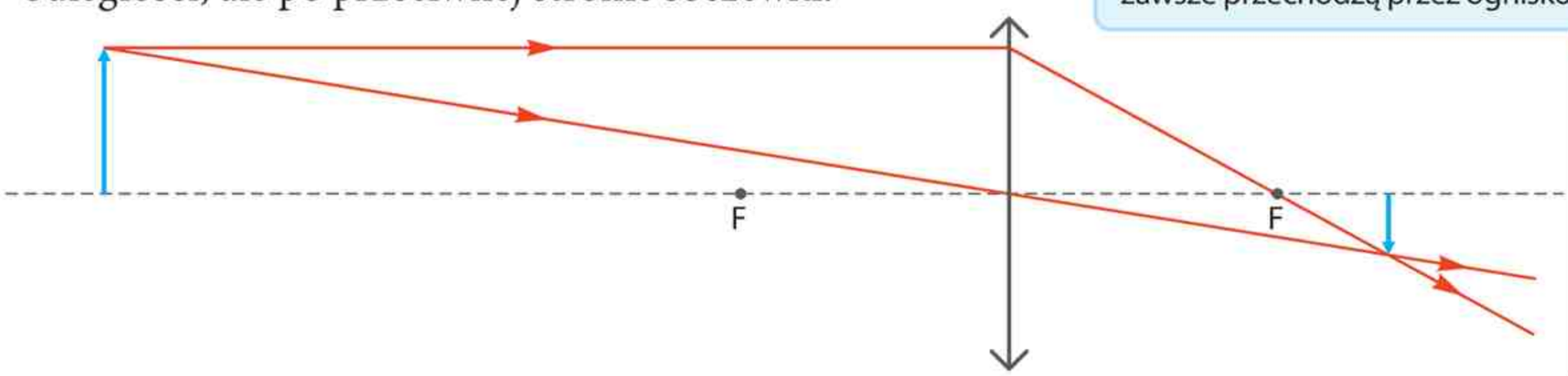


3. Z wierzchołka przedmiotu prowadzimy promień światła równoległy do osi optycznej soczewki, który następnie załamuje się w soczewce, przecina jej oś optyczną i przechodzi przez wierzchołek obrazu w tym samym miejscu co pierwszy narysowany promień.

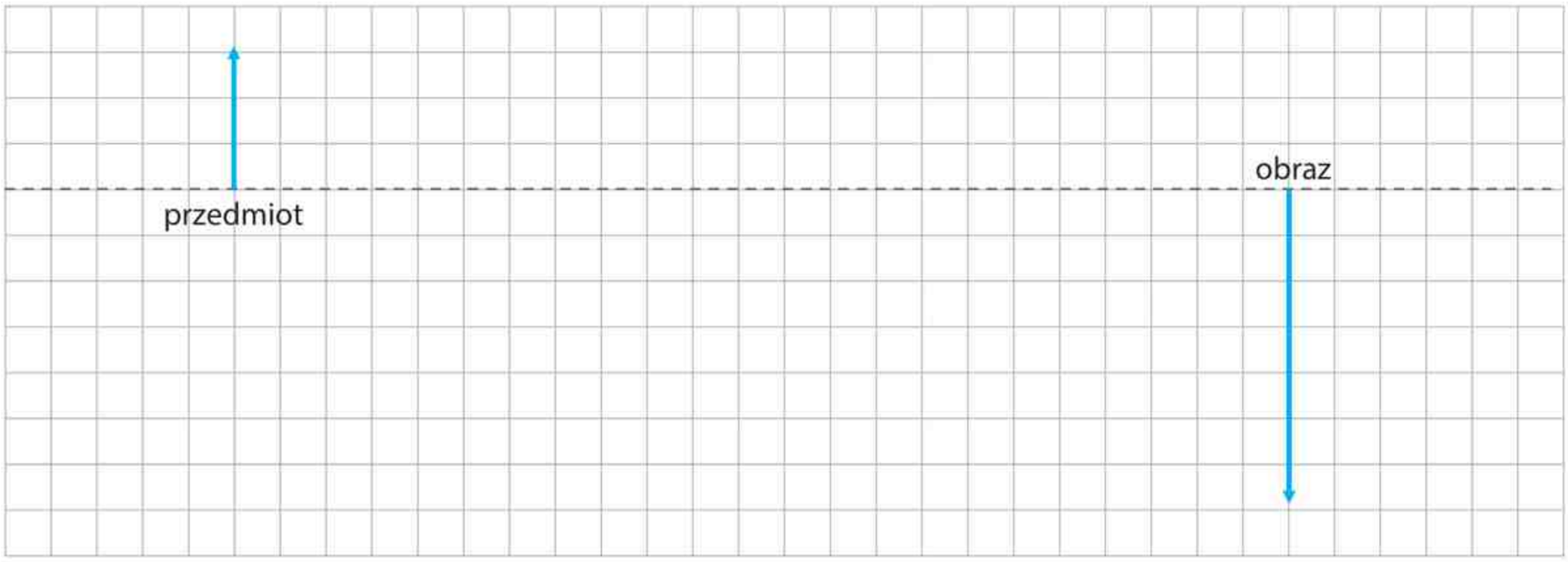


4. Punkt, w którym drugi promień przeciął oś optyczną, to ognisko soczewki. Drugie ognisko znajduje się w tej samej odległości, ale po przeciwnej stronie soczewki.

Promienie równoległe do osi optycznej po załamaniu w soczewce zawsze przechodzą przez ognisko.



3 Korzystając z przykładu na poprzedniej stronie, **wyznacz** na rysunku położenie soczewki skupiającej oraz jej ognisk.



4 Magda nosi okulary o zdolności skupiającej –2 D.

a) Oblicz ogniskową soczewek w okularach Magdy.

Zdolność skupiająca soczewki: $Z = \frac{1}{f}$, gdzie f – ogniskowa soczewki.

b) Wybierz zdanie fałszywe.

A. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości 50 cm od tych okularów, to jego obraz będzie pozorny.

B. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości mniejszej niż 50 cm od tych okularów, to jego obraz będzie powiększony.

C. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości mniejszej niż 25 cm od tych okularów, to jego obraz będzie prosty.

D. Jeżeli przedmiot znajdzie się w odległości 100 cm od tych okularów, to jego obraz będzie pomniejszony.

c) Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.

Magda jest **A/ B**. Gdy równoległa wiązka promieni światła padnie na jej okulary, to po przejściu przez nie **C/ D/ E**.

A. dalekowidzem

B. krótkowidzem

C. nadal będzie równoległa

D. skupi się

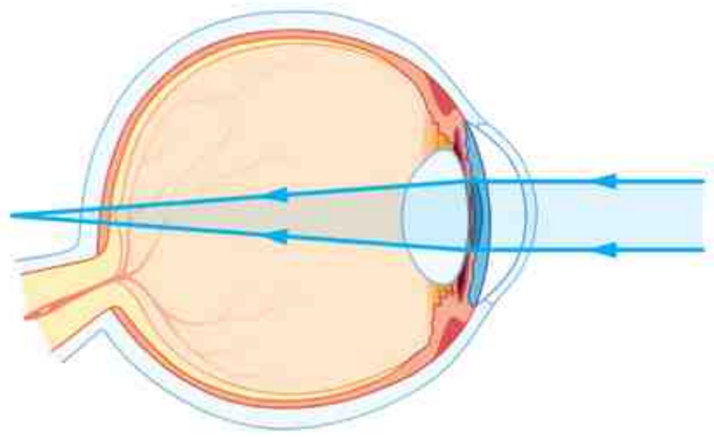
E. będzie rozbieżna

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F8TD75

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F8STDR

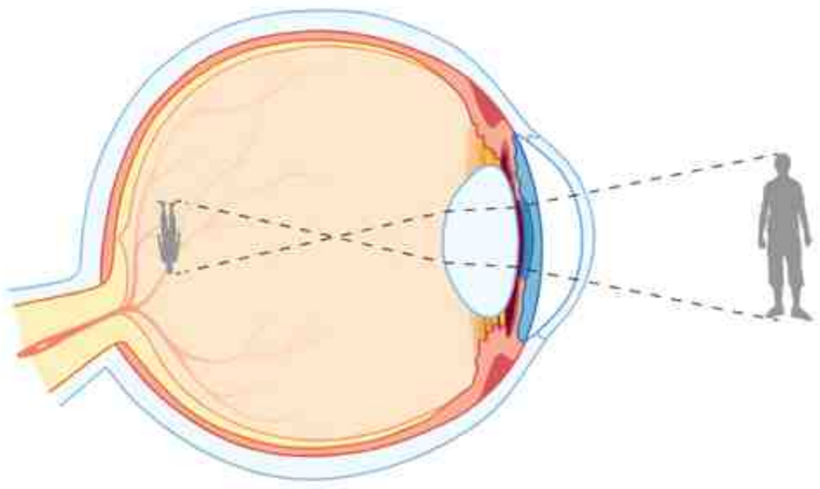
5 Na rysunku przedstawiono załamywanie się promieni światła w soczewce oka pewnej osoby. **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań, aby powstała informacja prawdziwa.



Ta osoba jest *krótkowidzem/ dalekowidzem*. Gdy obserwuje przedmioty znajdujące się bardzo blisko, widzi niewyraźnie, ponieważ obraz powstaje *za siatkówką/ dokładnie na siatkówce/ przed siatkówką* oka. Gdy natomiast obserwuje coraz dalsze przedmioty, obrazy powstają coraz *bliżej/ dalej od* soczewki oka.
Aby skorygować wadę wzroku tej osoby, należy zastosować soczewki *rozpraszające/ skupiające*.

6 Na rysunku schematycznie przedstawiono powstawanie obrazu w oku osoby mającej pewną wadę wzroku. **Uzupełnij** zdania, wykorzystując wyrażenia podane w ramce.

rozpraszające • dalej od • za bardzo • za mało • dalekowidzem • bliżej • skupiające • krótkowidzem



Osoba, która ma taką wadą wzroku, jest _____. Gdy patrzy na przedmioty znajdujące się w dużej odległości, ich obrazy powstają między soczewką a siatkówką – tak jak pokazano na rysunku. Gdy ta osoba będzie obserwować przedmioty znajdujące się w mniejszej odległości, wtedy obraz powstanie _____ soczewki oka.

Tę wadę wzroku korygują soczewki _____, ponieważ soczewka oka _____ skupia promienie światła.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F83JGY

Zapamiętaj!

- Przy użyciu soczewki rozpraszającej uzyskuje się zawsze (bez względu na odległość przedmiotu od soczewki) obraz pozorny, prosty i pomniejszony.
- Rodzaj obrazu otrzymanego za pomocą soczewki skupiającej zależy od jej ogniskowej i odległości przedmiotu od soczewki.
- **Powiększenie obrazu** wyraża się wzorem $p = \frac{h_2}{h_1}$ lub $p = \frac{y}{x}$.
- W oku **krótkowidza** ostry obraz przedmiotu powstaje przed siatkówką, a w oku **dalekowidza** – za siatkówką. Wady te koryguje się za pomocą soczewek rozpraszających u krótkowidza i skupiających u dalekowidza.
- **Akomodacja** to zdolność do zmiany ogniskowej soczewki oka.

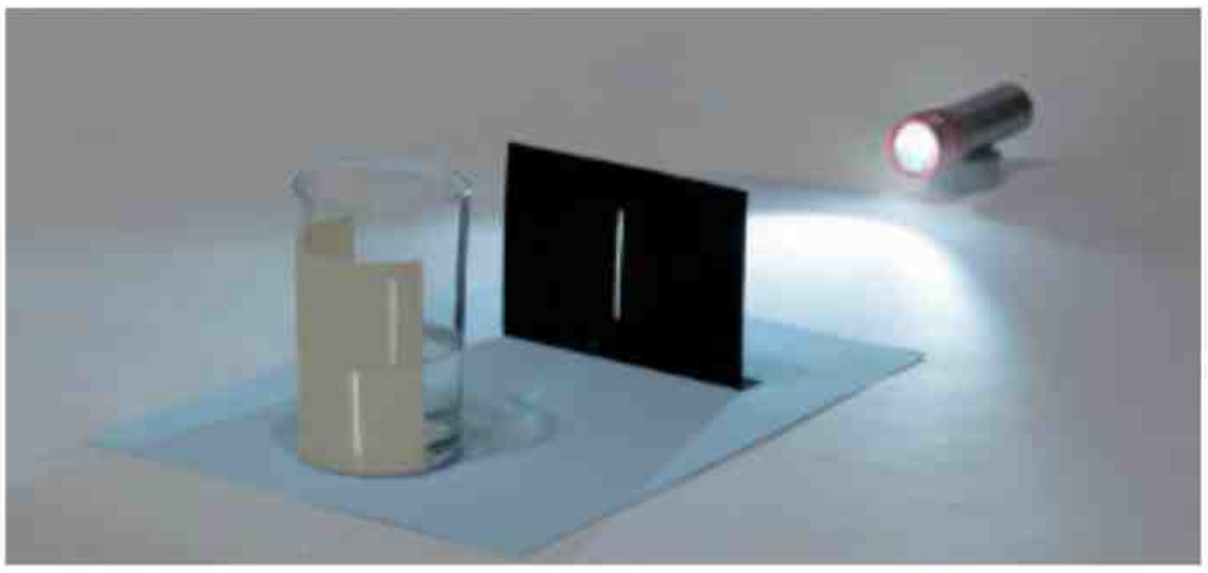
Dziennik laboratoryjny — Załamanie światła — Temat 26

- **Cel:** Badanie zależności kąta załamania od kąta padania.
Poniższy opis (część I) przedstawia przebieg doświadczenia. Część II dotyczy interpretacji wyników obserwacji.

- **Potrzebne będą:** szklanka napełniona do połowy wodą, papier śniadaniowy, kawałek tektury (lub arkusz grubego papieru, np. z bloku technicznego, najlepiej czarny – ważne, aby nie przepuszczał światła), latarka (może być z telefonu komórkowego), nożyczki, taśma klejąca, kartka A4, pisak, linijka, cyrkiel, kątomierz.
Uwaga. Doświadczenie trzeba wykonywać w pomieszczeniu, które można zaciemnić.

- **Przebieg doświadczenia:**

1. Z arkusza papieru śniadaniowego wytnij prostokąt, którego jeden bok będzie w przybliżeniu równy wysokości szklanki, a drugi połowie obwodu jej denka. Taśmą klejącą przyklej go do szklanki, tak aby zakrył jej połowę.
2. Na stole połóż kartkę A4. Na jednym końcu kartki postaw szklankę i odrysuj jej położenie (krawędź) na kartce.
3. W tekturze wytnij wąską szczelinę o szerokości 1–2 mm i wysokości około 6 cm.
4. Postaw tekturę na kartce A4 w niewielkiej odległości od szklanki, tak aby szczelina była ustawiona pionowo. Sprawdź, czy mniej więcej połowa szczeliny wystaje ponad powierzchnię wody – jeśli nie, dopasuj wysokość szczeliny.
5. Obróć szklankę nieoklejoną częścią w stronę kartonika ze szczeliną. Zadbaj, aby szklanka nie wysunęła się poza obrys na kartce.
6. W odległości kilkudziesięciu centymetrów od tektury ustaw latarkę, zaciemnij pomieszczenie, włącz latarkę i skieruj światło na szczelinę (nie zmieniaj położenia latarki podczas doświadczenia, będzie to istotne przy późniejszym wykonywaniu rysunku).
7. Przesuwając tekturę równolegle do krawędzi kartki (w prawo i w lewo), dopasuj położenie szczeliny tak, aby wąska wiązka światła padająca na papier śniadaniowy tworzyła jedną długą linię przechodzącą zarówno przez tę część szklanki, w której jest woda, jak i przez tę część szklanki, w której jest powietrze.
8. Przesuwaj tekturę w prawo i w lewo. Obserwuj, co się dzieje z prążkiem powstałym na papierze śniadaniowym przymocowanym do szklanki.



Wykonaj część II doświadczenia
docwiczenia.pl
Kod: F8L579

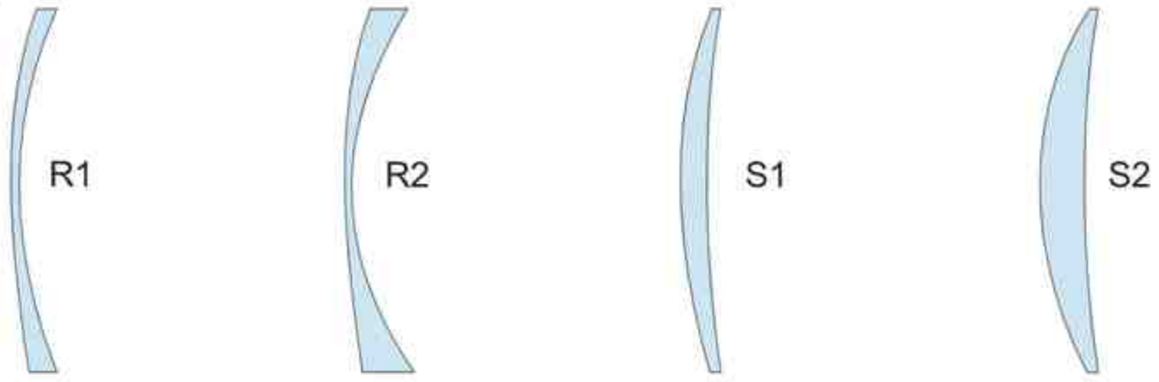
E

Sposób na zadanie

Odczytywanie z rysunków informacji kluczowych dla opisywanego zjawiska

Zadanie 24.2 (0–2) CKE Wrzesień 2020

Na rysunku poniżej przedstawiono przekroje poprzeczne czterech soczewek korygujących różne wady wzroku. Soczewki typu R1 i R2 są rozpraszające, a długość ogniskowej soczewki R1 jest większa niż soczewki R2. Soczewki typu S1 i S2 są skupiające, a długość ogniskowej soczewki S1 jest większa niż soczewki S2.



Mariola jest dalekowidzem, podobnie jak jej tata. Mariola ma mniejszą wadę wzroku od wady wzroku jej taty. Dwie spośród powyższych soczewek korygują wady wzroku Marioli i jej taty.

Dobierz typ soczewki korygującej wadę wzroku Marioli i jej tacie. Wpisz obok danej osoby odpowiedni dla niej typ soczewki, wybrany spośród R1, R2, S1, S2.

Osoba z wadą dalekowzroczności	Typ soczewki korygującej
1. Mariola	
2. Tata Marioli	

Rozwiązanie:

Dalekowidz widzi prawidłowo z daleka, a nieprawidłowo z bliska (używa okularów np. do czytania książki). Aby na siatkówce oka mógł powstać ostry obraz przedmiotów znajdujących się blisko obserwatora, ogniskowa soczewki musi być krótsza niż w przypadku tworzenia obrazów odległych przedmiotów. Soczewka w oku dalekowidza nie jest w stanie wytworzyć dostatecznie krótkiej ogniskowej, czyli dostatecznie silnie skupić promieni światła. Aby to umożliwić, należy utworzyć układ dwóch soczewek, złożony z soczewki oka i soczewki skupiającej, która koryguje tę wadę wzroku. Odrzucamy soczewki R1 oraz R2. Mniejszą wadę wzroku trzeba w mniejszym stopniu korygować, czyli słabiej dodatkowo załamywać promienie światła. Im soczewka jest mniej zakrzywiona (o większym promieniu krzywizny), tym będzie słabiej skupiać promienie światła (będzie mieć dłuższą ogniskową). Mariola będzie używać soczewek S1, a jej tata soczewek S2.

Odpowiedź: W tabelce obok Marioli należy wpisać S1, a obok taty Marioli – S2.

Ważne!

- Dalekowidz prawidłowo widzi z daleka, a źle z bliska, gdyż soczewka w jego oku nie jest w stanie uzyskać odpowiednio krótkiej ogniskowej (zbyt słabo skupia promienie światła).
- Krótkowidz prawidłowo widzi z bliska, a źle z daleka, gdyż soczewka w jego oku nie jest w stanie uzyskać odpowiednio długiej ogniskowej (zbyt silnie skupia promienie światła).

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F8XPSG

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie”

1. Paweł i Krzysiek podczas lekcji używają okularów, aby z ławki dokładnie widzieć, co jest napisane na tablicy. Paweł jest w stanie przeczytać bez okularów wyraźne duże litery z tablicy, siedząc w drugim rzędzie od tablicy, natomiast nie potrafi niczego odczytać, siedząc w czwartym rzędzie. Krzysiek bez okularów jest w stanie odczytać duże litery, siedząc w pierwszym rzędzie od tablicy, natomiast nie potrafi już tego zrobić, siedząc w drugim rzędzie.

Soczewka I silniej skupia promienie światła (ma krótszą ogniskową) niż soczewka II. Soczewka IV słabiej rozprasza promienie światła (ma dłuższą ogniskową) niż soczewka III.



Każdy z uczniów używa w swoich okularach soczewek jednego typu spośród soczewek I–IV.

Uzupełnij zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź wybraną spośród A–B oraz C–D i odpowiedź wybraną spośród E–H.

Zarówno Paweł, jak i Krzysiek są **A/ B**, ale Krzysiek ma **C/ D** wadę wzroku niż Paweł. Dlatego Paweł w swoich okularach używa soczewek **E/ F/ G/ H**, natomiast Krzysiek – soczewek **E/ F/ G/ H**.

A. krótkowidzami
B. dalekowidzami
C. większą
D. mniejszą
E. I
F. II
G. III
H. IV

2. **Wybierz poprawne dokończenie zdania.**

lustro

Wyprostowany człowiek stojący przed lustrem tak, jak przedstawiono na rysunku, nie widzi obrazu swoich butów, ponieważ



A. lustro wisi za wysoko nad podłogą.
B. człowiek stoi za daleko od lustra.
C. lustro jest zawieszone za nisko.
D. człowiek stoi za blisko lustra.

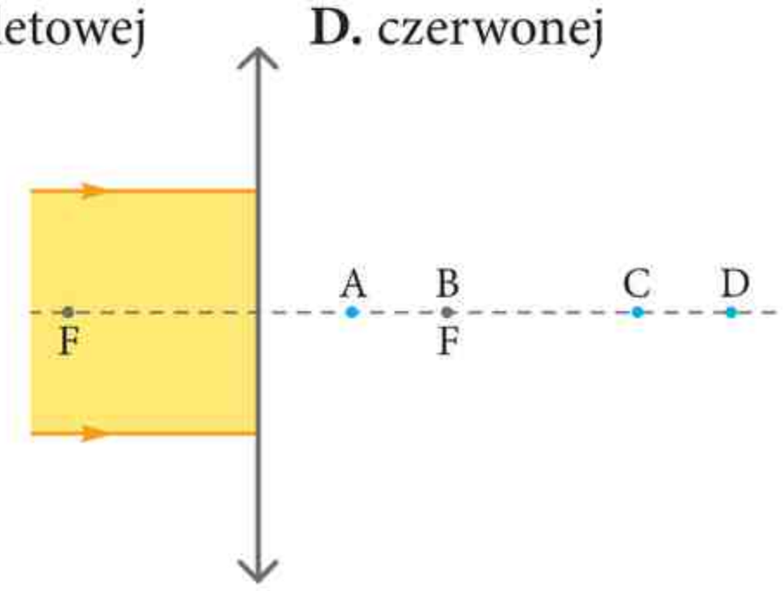
3. **Wybierz poprawne uzupełnienia zdań.**

Do rozszczepienia światła białego w pryzmacie wykorzystujemy zjawisko **A/ B**. Najbardziej względem padającej na pryzmat wiązki światła białego odchyla się światło o barwie **C/ D**.

A. odbicia światła
B. załamania światła
C. fioletowej
D. czerwonej

4. Na soczewkę pada wiązka światła o przekroju kołowym.
Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Na ekranie otrzymamy oświetlony obszar o kształcie koła o średnicy większej niż średnica wiązki, jeżeli ekran ustawimy w punkcie **A/ B/ C/ D**.



Test przekrojowy

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F82XQ4

1 **Wskaż poprawną odpowiedź.**

W jądrze atomu azotu znajduje się 7 protonów i 8 neutronów. Ile wynosi całkowity ładunek elektryczny tego jądra (*e* – ładunek elementarny)?

A. +15 *e* **B.** +7 *e* **C.** –8 *e* **D.** +1 *e*

2 **Wskaż zdanie prawdziwe.**

A. Prąd elektryczny może płynąć w gazach, cieczach oraz ciałach stałych.

B. W metalowych przedmiotach znajdują się swobodne elektrony i protony.

C. W przewodniku, w którym nie płynie prąd, ładunki elektryczne się nie poruszają.

D. Prąd płynący w metalowym przewodniku to uporządkowany ruchu protonów lub neutronów.

3 **Wskaż poprawne dokończenie zdania.**

Przez przewodnik płynie prąd o natężeniu 400 mA. W ciągu 5 sekund przez przekrój poprzeczny tego przewodnika przepływa ładunek elektryczny o wartości

A. 2000 C. **B.** 2 C. **C.** 80 C. **D.** 0,8 C.

4 Przez opornik, do którego przyłożono napięcie 12 V, płynie prąd o natężeniu 0,2 A.

Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Moc pobierana przez opornik wynosi 2,4 W.	**P**	**F**
2.	Opór elektryczny opornika jest równy 2,4 Ω.	**P**	**F**
3.	W ciągu minuty przez opornik przepływa ładunek 20 C.	**P**	**F**
4.	Jeśli przyłożone napięcie zmaleje do 6 V, to natężenie będzie wynosić 0,1 A, a moc pobierana przez opornik zmniejszy się 4 razy.	**P**	**F**

5 Na rysunku przedstawiono tabliczkę znamionową czajnika elektrycznego.



Wskaż poprawne dokończenia zdań.

Natężenie prądu przepływające przez grzałkę czajnika ma wartość około

A. 0,13 A. **B.** 4,1 A. **C.** 6,3 A. **D.** 7,8 A.

Prąd elektryczny płynący przez grzałkę czajnika wykonał w czasie 3 minut pracę

A. 324 000 J. **B.** 5400 J. **C.** 2300 J. **D.** 600 J.

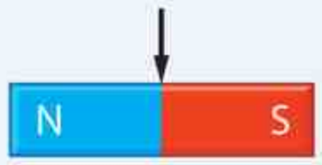
6 W ciągu dwóch godzin pracy czajnik elektryczny zużył energię o wartości 2,40 zł. Ile kosztuje jedna kilowatogodzina, jeśli moc grzałki czajnika wynosi 2000 W?

Wskaż prawidłową odpowiedź.

A. 0,30 zł **B.** 0,48 zł **C.** 1,20 zł **D.** 0,60 zł

7 **Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.**

Przedstawiony na rysunku magnes stały przełamano na pół w miejscu oznaczonym strzałką. W wyniku tej operacji



A. magnes stracił własności magnetyczne.

B. jedna z części pozostała magnesem, a druga straciła własności magnetyczne.

C. powstały dwa mniejsze magnesy, każdy z biegunem północnym i południowym.

D. powstały dwa magnesy – jeden z biegunem północnym, a drugi z południowym.

8 Dwie kulki na sprężynach wprawiono w drgania. Pierwsza z kulek drgała z częstotliwością 2 Hz, a druga kulka wykonywała 75 drgań w ciągu 30 s.

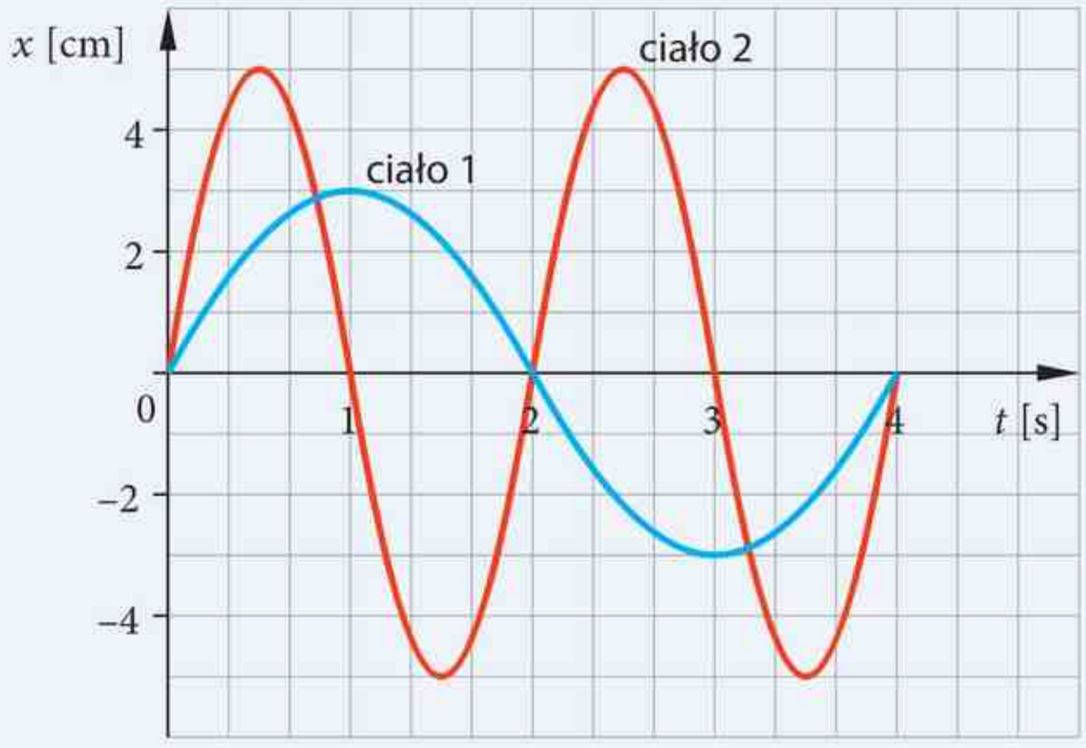
Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

W ciągu jednej minuty pierwsza kulka wykonała **A/ B** drgań, natomiast częstotliwość drgań drugiej kulki wyniosła **C/ D**.

A. 30 **B.** 120 **C.** 0,4 Hz **D.** 2,5 Hz

9 Na wykresach przedstawiono zależność położenia od czasu dla dwóch ciał wykonujących drgania harmoniczne.

Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.



1.	W ciągu 12 sekund ciało 1 wykona 3 pełne drgania.	**P**	**F**
2.	Amplituda drgań ciała 2 jest równa 10 cm.	**P**	**F**
3.	Energia potencjalna ciała 2 osiąga maksymalną wartość w chwilach: 0,5 s, 1,5 s, 2,5 s oraz 3,5 s.	**P**	**F**
4.	W chwilach: 0 s, 2 s oraz 4 s prędkość ciała 1 jest największa.	**P**	**F**

10 Fala o częstotliwości 1000 Hz rozchodzi się w powietrzu z prędkością 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Wskaż zdanie <u>fałszywe</u>.

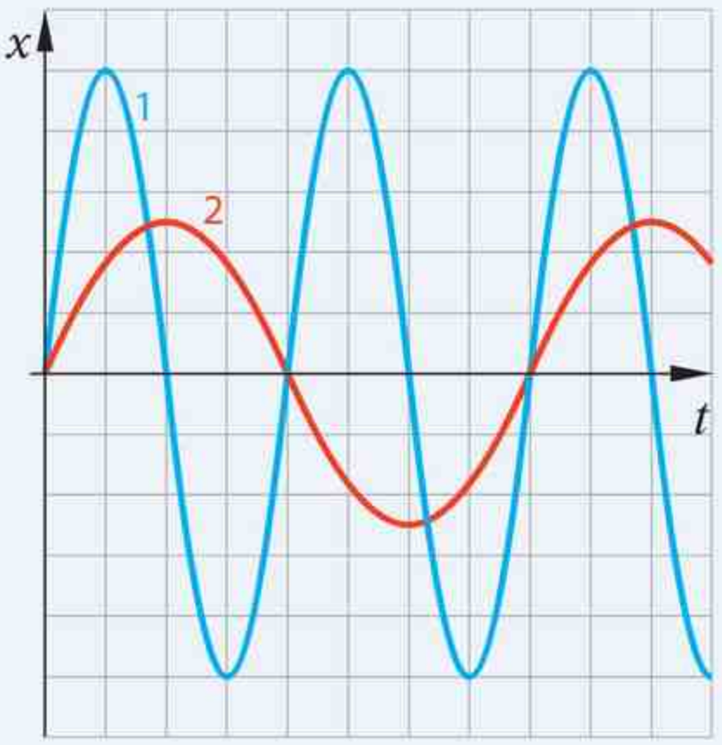
A. Pokonanie odległości 1000 m zajmuje tej fali ponad 3 s.

B. Odległość między kolejnymi grzbietami tej fali jest mniejsza niż 1 m.

C. Jeśli ta fala przejdzie z powietrza do wody, jej częstotliwość się nie zmieni.

D. Fala ta jest słyszalna przez człowieka, jeśli poziom jej głośności jest odpowiedni.

11 Przyjmuje się, że człowiek słyszy dźwięki o częstotliwości z zakresu od około 16 Hz do około 20 kHz. Na rysunku przedstawiono oscylogramy dwóch zarejestrowanych dźwięków, ale nie zaznaczono skali na osi czasu. **Wskaż zdania prawdziwe.**



A. Jeżeli nie usłyszymy dźwięku 2, to na pewno nie usłyszymy też dźwięku 1.

B. Jeżeli dźwięk 1 należy do infradźwięków, to dźwięk 2 również.

C. Jeżeli dźwięk 2 należy do infradźwięków, to dźwięk 1 również.

D. Częstotliwości i głośność obu dźwięków mogą być tak dobrane, że usłyszymy oba te dźwięki.

E. Jeżeli dźwięk 1 będzie zbyt cichy, żebyśmy mogli go usłyszeć, to również nie usłyszymy dźwięku 2.

12 **Wskaż poprawne dokończenie zdania.** Obrazy pozorne można uzyskać

A. zarówno w zwierciadle wklęsłym, jak i w wypukłym.

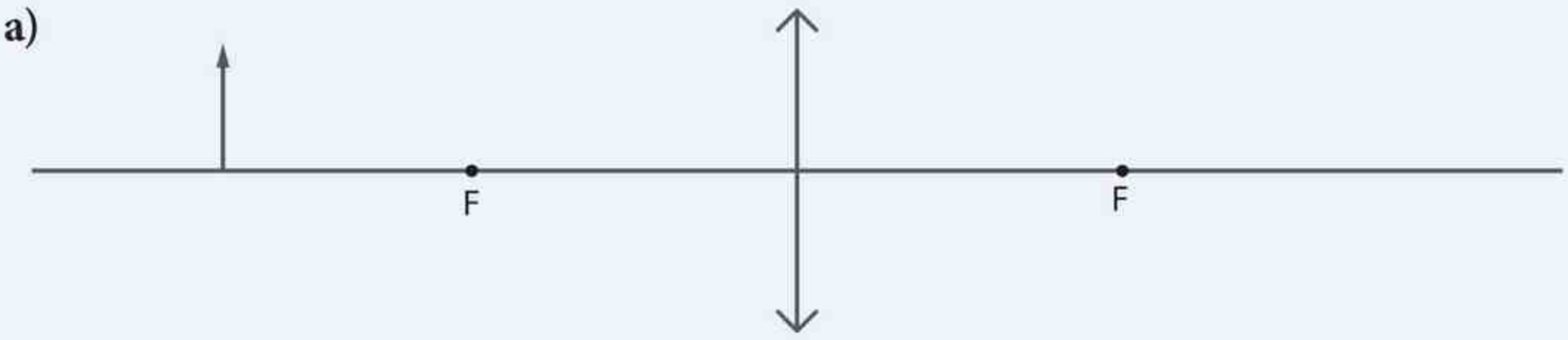
B. w zwierciadle płaskim, ale nie można ich uzyskać za pomocą soczewki skupiającej.

C. w zwierciadle wklęsłym, ale nie można ich uzyskać w zwierciadle wypukłym.

D. za pomocą soczewki rozpraszającej, ale nie można ich uzyskać za pomocą soczewki skupiającej.

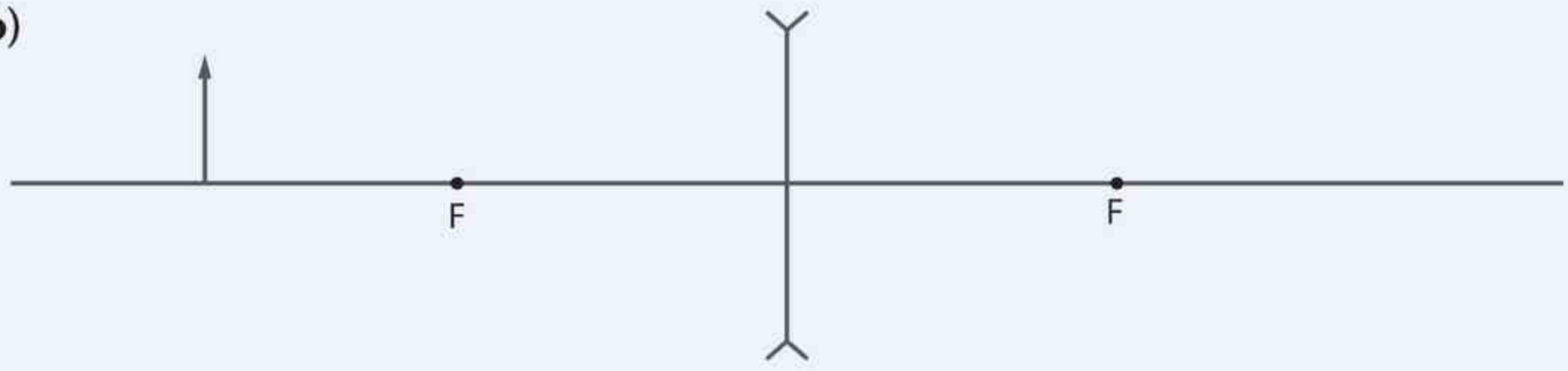
13 **Skonstruuj obraz przedmiotu powstający w soczewce sferycznej i wstaw w tabeli znak X przy właściwych określeniach jego cech.**

a)



prosty	odwrócony	powiększony	pomniejszony	rzeczywisty	pozorny

b)



prosty	odwrócony	powiększony	pomniejszony	rzeczywisty	pozorny

Odpowiedzi do wybranych zadań obliczeniowych

I. Elektrostatyka

s. 8 zad. 4 $q = -2e = 3{,}2 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$

s. 8 zad. 5 $\dfrac{\text{całkowity ładunek kropli}}{\text{ładunek elektronu}} \approx 5 \cdot 10^{8}$

s. 14 zad. 4 $-3\,\mathrm{nC} + 5\,\mathrm{nC} = 0{,}5\,\mathrm{nC} + q$;
$q = 1{,}5\,\mathrm{nC}$

II. Prąd elektryczny

s. 21 zad. 2 a) 0,025 V, b) 0,115 V, c) 30 mV, d) 1250 mV, e) 20 000 V, f) 750 000 V, g) 25 kV, h) 1,25 kV

s. 23 zad. 7 $q = It = 0{,}015\,\mathrm{A} \cdot 600\,\mathrm{s} = 0{,}9\,\mathrm{C}$

s. 23 zad. 8 $t = \dfrac{q}{I} = 0{,}8\,\mathrm{s}$

s. 25 zad. 9 a) $t = \dfrac{q}{I} = 46\,800\,\mathrm{s} = 13\,\mathrm{h}$,
b) $I = \dfrac{q}{t} = 3{,}9\,\mathrm{A}$

s. 25 zad. 10 $j = \dfrac{I}{S} \approx 318\,000\,\dfrac{\mathrm{A}}{\mathrm{m}^2}$

s. 26 zad. 2 $I = 0{,}22\,\mathrm{A}$

s. 30 zad. 4 $I = \dfrac{U}{R} = 4\,\mathrm{A}$

s. 31 zad. 6 a) $I = 0{,}3\,\mathrm{A}$, $I = 0{,}4\,\mathrm{A}$

s. 31 zad. 6 c) $R = 15\,\Omega$

s. 34 zad. 9 b) $R = \dfrac{U}{I} = 6000\,\Omega$

s. 34 zad. 9 d) $R = \dfrac{U}{I} = 1500\,\Omega$

s. 38 zad. 4 $t = 137\,\mathrm{min} = 2\,\mathrm{h}\ 17\,\mathrm{min}$

s. 39 zad. 6 Krok 1: $I = \dfrac{U}{R} = 8\,\mathrm{A}$,
Krok 2: $P = UI = 1840\,\mathrm{W}$,
Krok 3: $t = \dfrac{W}{P} = 30\,\mathrm{s}$,
Krok 4: $q = It = 240\,\mathrm{C}$

s. 42 zad. 6 a) $R = 16{,}5\,\Omega$, b) $I = 0{,}2\,\mathrm{A}$, c) $U = 1{,}8\,\mathrm{V}$, d) $P = 0{,}36\,\mathrm{W}$

s. 43 zad. 8 $U = 3{,}6\,\mathrm{V}$, $I_2 = 0{,}3\,\mathrm{A}$, $I_3 = 0{,}7\,\mathrm{A}$

III. Magnetyzm

s. 61 zad. 3 Krok 2: $W = Fs = 900\,\mathrm{J}$,
Krok 3: $P = UI = 1080\,\mathrm{W}$,
Krok 4: $E = 1080\,\mathrm{J}$,
Krok 5: $\eta = \dfrac{W}{E} \approx 0{,}83 = 83\%$

IV. Drgania i fale

s. 66 zad. 4 B. $A = 20\,\mathrm{cm}$, C. $A = 30\,\mathrm{cm}$

s. 66–67 zad. 5 a) $t = 0{,}4\,\mathrm{s}$, b) $T = 0{,}8\,\mathrm{s}$, c) $f = \dfrac{1}{T} = 1{,}25\,\mathrm{Hz}$

s. 67 zad. 6 a) $T \approx 1{,}67\,\mathrm{s}$, $f = \dfrac{1}{T} \approx 0{,}6\,\mathrm{Hz}$

s. 68 zad. 6 b) $T = 0{,}8\,\mathrm{s}$, $f = \dfrac{1}{T} = 1{,}25\,\mathrm{Hz}$

s. 73 zad. 2 b) $v = \dfrac{\lambda}{T} = 80\,\dfrac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$

s. 75 zad. 6 d) $v = 120\,\dfrac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$

s. 75 zad. 7 $v \approx 0{,}6\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

s. 76 zad. 9 Krok 3: $\lambda = \dfrac{v}{f} \approx 2{,}12\,\mathrm{m}$

s. 78 zad. 4 $s = v \cdot \dfrac{1}{2}t = 290\,\mathrm{m}$

s. 82 zad. 4 $f = \dfrac{1}{T} = 125\,\mathrm{Hz}$

s. 84 zad. 4 $t = \dfrac{2s}{v} \approx 2{,}5\,\mathrm{s}$

s. 85 zad. 5 Krok 3: $\lambda \approx 3{,}43\,\mathrm{m}$,
Krok 4: $\lambda \approx 2{,}78\,\mathrm{m}$

V. Optyka

s. 90 zad. 5 rok świetlny $\approx 9{,}46 \cdot 10^{12}\,\mathrm{km}$

s. 94 zad. 6 $d \approx 18\,\mathrm{cm}$

s. 97 zad. 5 a) 60°, b) 30° lub 90°

s. 100 zad. 8 80 cm

s. 109 zad. 1 $f = 2{,}25\,\mathrm{cm}$, $f = 4\,\mathrm{cm}$, $f = -3\,\mathrm{cm}$

s. 114 zad. 4 a) $f = 50\,\mathrm{cm}$

Karta wzorów

Karta wzorów z klasy 7
docwiczenia.pl
Kod: F8XSMB

Tabela 1. Przedrostki

Oznaczenie	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n
Przedrostek	giga	mega	kilo	hekto	deka	decy	centy	mili	mikro	nano
Mnożnik	1 000 000 000	1 000 000	1000	100	10	0,1	0,01	0,001	0,000001	0,000000001

Elektrostatyka

Ładunki elektryczne

- Istnieją dwa rodzaje ładunków elektrycznych: **dodatnie** i **ujemne**. Ładunki elektryczne takiego samego znaku **odpychają się**, a ładunki przeciwnych znaków – **przyciągają się**.
  Podstawową jednostką ładunku elektrycznego jest kulomb, C.
- **Ładunek elementarny** e – najmniejsza niepodzielna ilość ładunku elektrycznego, jaka występuje w przyrodzie; jej wartość w przybliżeniu wynosi $e \approx 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Budowa atomu

Atom zbudowany jest z jądra składającego się z dodatnio naładowanych **protonów** i obojętnych elektrycznie **neutronów**. Wokół jądra poruszają się ujemnie naładowane elektrony. Atom jest elektrycznie obojętny, gdyż liczba protonów jest równa liczbie elektronów.

Zasada zachowania ładunku elektrycznego

W izolowanym układzie ciał całkowity ładunek elektryczny, czyli suma ładunków dodatnich i ujemnych, nie zmienia się.

Przewodniki i izolatory elektryczne

- **Przewodniki elektryczne** – ciała, w których występują swobodne ładunki elektryczne: elektrony (np. w metalach) lub jony (np. w wodnych roztworach kwasów i zasad).
- **Izolatory elektryczne** – ciała, w których nie występują swobodne ładunki elektryczne (np. tworzywa sztuczne, szkło).

- **Przewodniki** elektryzują się na całej powierzchni, a **izolatory** jedynie w miejscu zetknięcia z innym naelektryzowanym ciałem.

Prąd elektryczny

Prąd elektryczny to ukierunkowany (uporządkowany) ruch ładunków elektrycznych. Przyjęto, że kierunek przepływu prądu jest taki jak kierunek ruchu ładunków dodatnich.

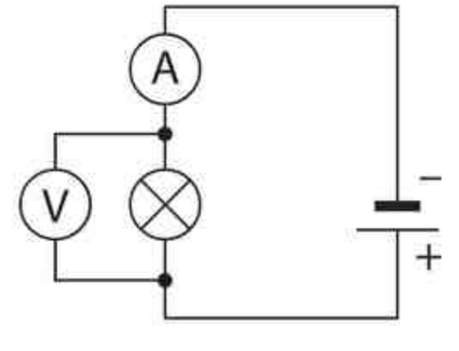
Napięcie elektryczne i natężenie prądu elektrycznego

- **Napięcie elektryczne** U określa ilość energii potrzebnej do przeniesienia jednostkowego ładunku w obwodzie między dwoma punktami.
  Podstawową jednostką napięcia jest **wolt**, $1\,\text{V} = \frac{1\,\text{J}}{1\,\text{C}}$.
- **Natężenie prądu elektrycznego** jest ilorazem ładunku elektrycznego przepływającego przez poprzeczny przekrój przewodnika i czasu przepływu tego ładunku.

$$\text{natężenie prądu elektrycznego} = \frac{\text{ładunek elektryczny}}{\text{czas}} \qquad I = \frac{q}{t}$$

Podstawową jednostką natężenia prądu jest **amper**, $1\,\text{A} = \frac{1\,\text{C}}{1\,\text{s}}$.

- Natężenie prądu elektrycznego mierzymy **amperomierzem** – podłączamy go szeregowo do obwodu elektrycznego.
- Napięcie elektryczne mierzymy **woltomierzem** – podłączamy go równolegle do danego elementu obwodu elektrycznego.



Opór elektryczny

- **Opór elektryczny** to wielkość charakteryzująca właściwości elektryczne przewodnika. Jego miarą jest iloraz napięcia i natężenia prądu.

$$\text{opór elektryczny} = \frac{\text{napięcie}}{\text{natężenie}} \qquad R = \frac{U}{I}$$

Podstawową jednostką oporu elektrycznego jest **om**, Ω.

Jeden om to jeden wolt na jeden amper, $1\,\Omega = \frac{1\,\text{V}}{1\,\text{A}}$.

- Opór elektryczny przewodnika jest wprost proporcjonalny do jego długości i odwrotnie proporcjonalny do pola jego przekroju poprzecznego oraz zależy od rodzaju materiału, z jakiego wykonany jest przewodnik.

Praca i moc prądu elektrycznego

- **Praca prądu elektrycznego** (energia elektryczna wykorzystywana do zasilania różnych urządzeń) to iloczyn napięcia, natężenia i czasu, w jakim płynął prąd.

$$\text{praca prądu elektrycznego} = \text{napięcie} \cdot \text{natężenie} \cdot \text{czas} \qquad W = U \cdot I \cdot t$$

Podstawową jednostką pracy jest dżul, $1\,\text{J} = 1\,\text{W} \cdot 1\,\text{s} = 1\,\text{V} \cdot 1\,\text{A} \cdot 1\,\text{s}$. Ilość energii elektrycznej zużytej przez urządzenie pracujące przez określony czas wyraża się w kilowatogodzinach.

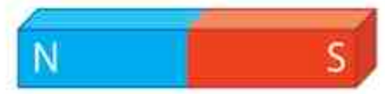
$$1\,\text{kWh} = 1\,\text{kW} \cdot 1\,\text{h} = 1000\,\text{W} \cdot 3600\,\text{s} = 3\,600\,000\,\text{J}$$

- **Moc** pobierana przez urządzenie elektryczne to iloczyn napięcia, jakim to urządzenie jest zasilane, i natężenia prądu płynącego przez to urządzenie.

$$\text{moc} = \text{napięcie} \cdot \text{natężenie} \qquad P = U \cdot I$$

Magnetyzm

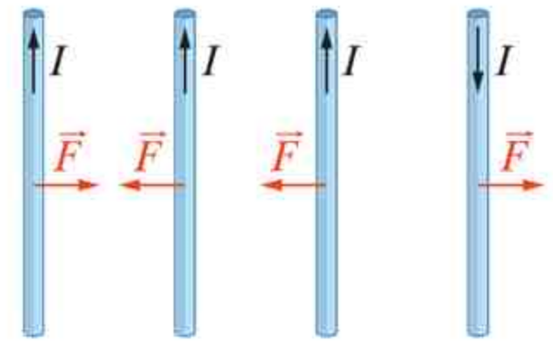
Bieguny magnetyczne



Każdy magnes ma dwa bieguny magnetyczne: północny – N i południowy – S.
Magnesy zwrócone do siebie biegunami różnoimiennymi (N i S) **przyciągają się**, a zwrócone biegunami jednoimiennymi (N i N lub S i S) – **odpychają się**.

Oddziaływania magnetyczne

- **Igła magnetyczna** oddziałuje z przewodem, przez który płynie prąd elektryczny. Igła ustawiona wzdłuż przewodu wychyli się w momencie, gdy przez przewód zacznie płynąć prąd. Kierunek wychylenia igły zależy od kierunku, w którym popłynie prąd.
- **Przewód**, w którym płynie prąd, oddziałuje magnetycznie z magnesem trwałym, przyciągając go lub odpychając. Jeżeli zmienimy kierunek płynącego prądu, zmieni się sposób oddziaływania przewodu z magnesem.
- **Przewodniki**, w których płynie prąd, oddziałują na siebie magnetycznie. Gdy prąd płynie w obu przewodach w tę samą stronę (rys. A), przewody się przyciągają, gdy w przeciwną (rys. B) – odpychają się.



Elektromagnes

Elektromagnes składa się z uzwojenia nawiniętego na rdzeń wykonany z ferromagnetyku. Na to, jak silnie elektromagnes oddziałuje magnetycznie z innymi ciałami, np. magnesem, wpływają: **natężenie prądu** płynącego w uzwojeniu, **gęstość zwojów** oraz **rodzaj materiału**, z jakiego wykonany jest rdzeń.

Siła magnetyczna (elektrodynamiczna)

- Siła magnetyczna to siła działająca na przewodnik, przez który płynie prąd, w pobliżu magnesu lub elektromagnesu.
- Wartość tej siły zależy od siły oddziaływania magnetycznego z magnesem (elektromagnesem), długości przewodnika, na który działa siła magnetyczna, i natężenia prądu płynącego w przewodniku.
- Kierunek i zwrot siły zależą od ustawienia biegunów magnetycznych magnesu lub elektromagnesu względem przewodu i od kierunku przepływu prądu w przewodzie.

Silnik prądu stałego

Urządzenie zamieniające energię elektryczną w energię mechaniczną. Działa dzięki wzajemnemu odziaływaniu magnesów z elektromagnesami (lub elektromagnesów z elektromagnesami).

Ferromagnetyki

Materiały silnie oddziałujące z magnesami i elektromagnesami. Gdy ferromagnetyk znajdzie się w ich pobliżu, sam staje się magnesem.

Drgania i fale

Wielkości fizyczne opisujące ruch drgający

- **Okres** T – czas potrzebny na wykonanie jednego pełnego drgania. Podstawową jednostką okresu jest sekunda, s.
- **Częstotliwość** f – liczba drgań w jednostce czasu.

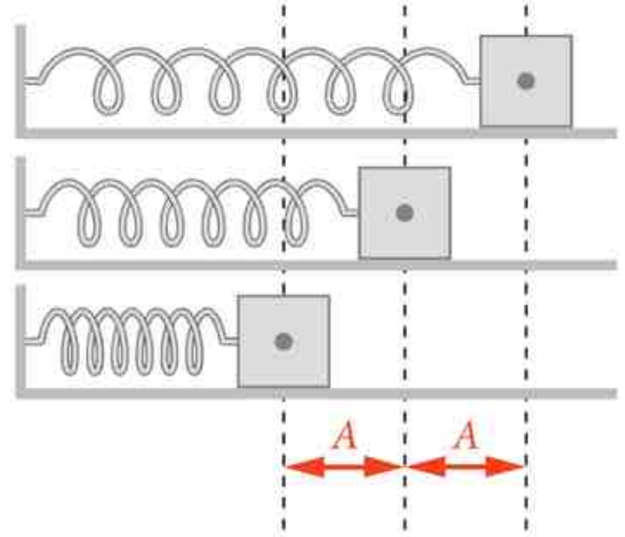
$$\text{częstotliwość} = \frac{\text{liczba drgań}}{\text{czas trwania drgań}} \qquad f = \frac{n}{t}$$

Podstawową jednostką częstotliwości jest **herc**, $1\ \text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$.

- **Amplituda** A – maksymalne wychylenie z położenia równowagi.
- Zależność między **okresem** a **częstotliwością**:

$$\text{częstotliwość} = \frac{1}{\text{okres}} \qquad f = \frac{1}{T}$$

Ruch drgający



- Przez **położenie równowagi** ciało przechodzi co pół okresu drgań. Ma wtedy największą prędkość, więc także największą energię kinetyczną. Energia potencjalna sprężystości w tym położeniu jest minimalna.
- W **maksymalnym wychyleniu** ciało znajduje się co pół okresu drgań. Jego prędkość wynosi wtedy zero, więc jego energia kinetyczna też jest równa zero. Energia potencjalna sprężystości w tym położeniu jest maksymalna.

Fale mechaniczne

- To zaburzenie (odkształcenie) rozchodzące się w ośrodku sprężystym. Rozchodzenie się fali polega na wychylaniu się poszczególnych cząsteczek ośrodka z położenia równowagi.
- Fale przenoszą energię, ale nie przenoszą materii.
- **Długość fali** λ – odległość, jaką fala przebywa, gdy dana cząsteczka ośrodka wykonuje jedno pełne drganie.

$$\text{prędkość fali} = \frac{\text{długość fali}}{\text{okres drgań}} = \text{długość fali} \cdot \text{częstotliwość}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

Fale dźwiękowe

Fale mechaniczne, których rozchodzenie się polega na drganiach cząsteczek określonego ośrodka sprężystego, np. powietrza.

- Ucho ludzkie może rejestrować dźwięki o częstotliwości w zakresie od około **16 Hz** do około **20 000 Hz**.
- Drgania o częstotliwości mniejszej od 16 Hz nazywa się **infradźwiękami**, a drgania o częstotliwości wyższej od 20 000 Hz – **ultradźwiękami**.
- Prędkość rozchodzenia się dźwięku zależy od ośrodka, w którym się rozchodzi.
- Fale dźwiękowe nie rozchodzą się w próżni.
- Wrażenie **wysokości dźwięku** wiąże się z częstotliwością drgań. Im większa częstotliwość, tym dźwięk wyższy.
- Wrażenie **głośności dźwięku** wiąże się z amplitudą drgań. Im większa amplituda, tym dźwięk głośniejszy.

Fale elektromagnetyczne

- Źródłem **fali elektromagnetycznej** są drgania ładunków elektrycznych oraz prąd o natężeniu zmieniającym się w czasie.
- Fale elektromagnetyczne rozchodzą się w każdym ośrodku.
- Prędkość fali elektromagnetycznej nie zależy od częstotliwości (długości) fali i wynosi w przybliżeniu $c = 300\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$.
- Ze względu na długość fali rozróżniamy: fale radiowe, mikrofale, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe, promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie gamma.

Optyka

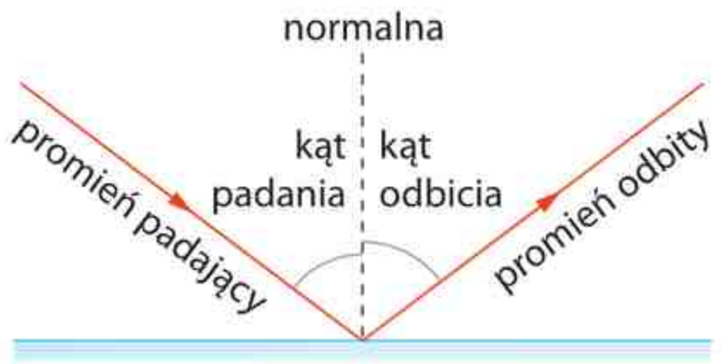
- W ośrodku optycznie jednorodnym (mającym jednakowe właściwości fizykochemiczne w całej objętości) światło rozchodzi się po liniach prostych.

Cień i półcień

- **Cień** to obszar, do którego światło nie dochodzi z powodu nieprzezroczystej przeszkody znajdującej się na drodze promieni świetlnych.
- Jeżeli oświetlamy przedmiot dwoma źródłami światła, to **półcień** jest obszarem, na który pada światło z jednego z nich.

Prawo odbicia

- Kąt odbicia jest równy kątowi padania. Promień padający i promień odbity oraz normalna leżą w jednej płaszczyźnie.

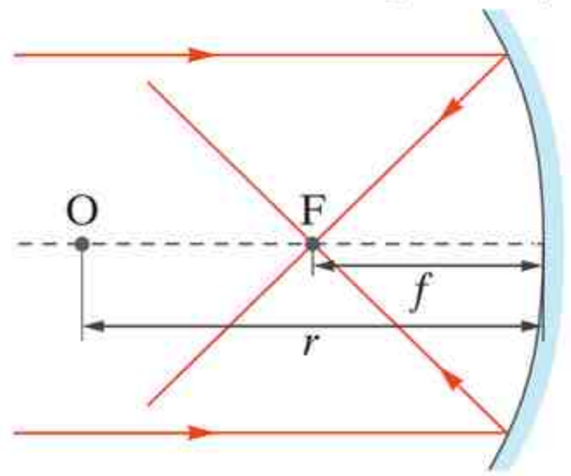


Rozproszenie światła

- Jeśli powierzchnia, od której odbija się światło, jest chropowata, to padająca wiązka promieni równoległych po odbiciu nie jest wiązką równoległą, promienie biegną w różnych kierunkach.

Zwierciadła

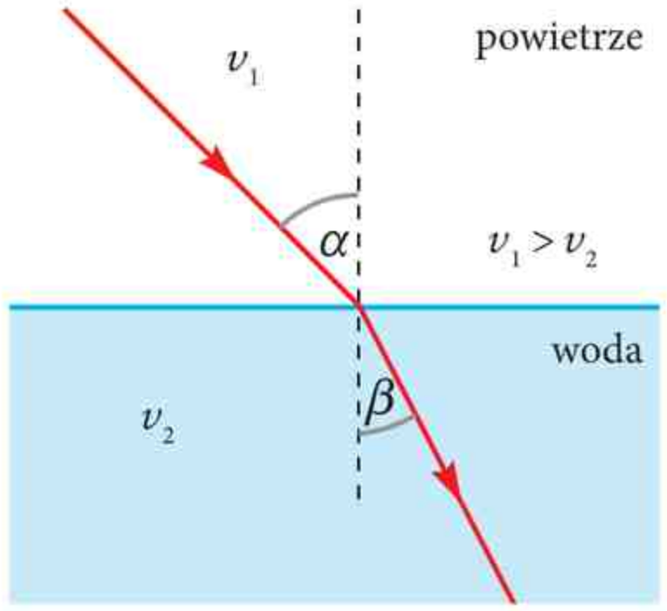
- W **zwierciadle płaskim** otrzymujemy obrazy **pozorne**, **proste**, **takiej samej wielkości** jak przedmiot i symetryczne względem powierzchni odbijającej.
- **Obraz pozorny** powstaje na skutek przecięcia się przedłużeń promieni odbitych od powierzchni zwierciadła. Nie można go otrzymać na ekranie.
- Promienie równoległej wiązki światła po odbiciu od zwierciadła wklęsłego przecinają się w punkcie zwanym **ogniskiem zwierciadła**. Położenie ogniska oznaczamy literą F.
- Odległość ogniska F od zwierciadła to **ogniskowa** *f*.



- **Ognisko pozorne** zwierciadła wypukłego to punkt na osi głównej, w którym przecinają się przedłużenia wszystkich promieni odbitych od zwierciadła, które przed odbiciem biegły równolegle do osi optycznej.
- Obrazy powstające w **zwierciadle wypukłym** są pozorne, proste i pomniejszone, niezależnie od odległości przedmiotu od zwierciadła.
- **Ogniskowa** w zwierciadle jest w przybliżeniu równa połowie długości promienia krzywizny: $f = \frac{1}{2}r$.

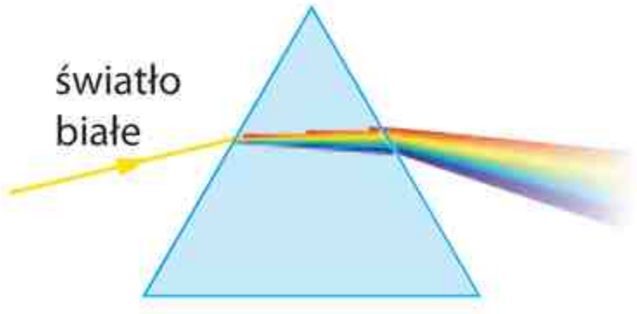
Załamanie światła

- To zjawisko zmiany kierunku biegu promienia świetlnego na granicy dwóch ośrodków.
- Jeśli promień światła przechodzi z ośrodka, w którym porusza się szybciej do ośrodka, w którym porusza się wolniej (np. z powietrza do wody), to kąt załamania jest mniejszy od kąta padania.



Rozszczepienie światła

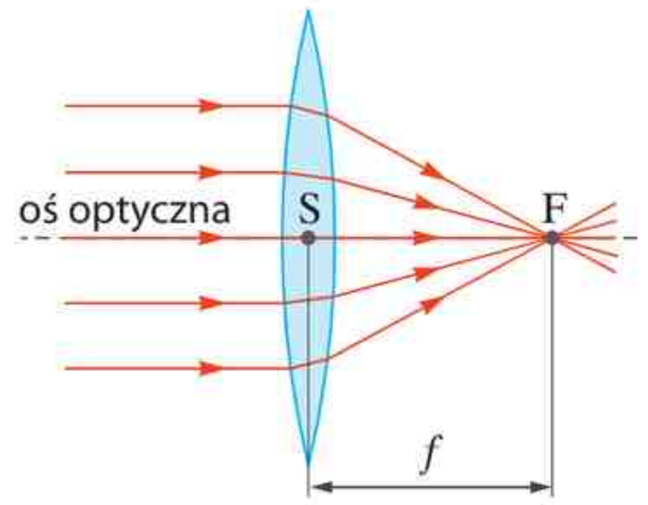
- To zjawisko, w którym światło białe zostaje rozłożone na barwy składowe. Rozszczepienie można uzyskać za pomocą **pryzmatu**.



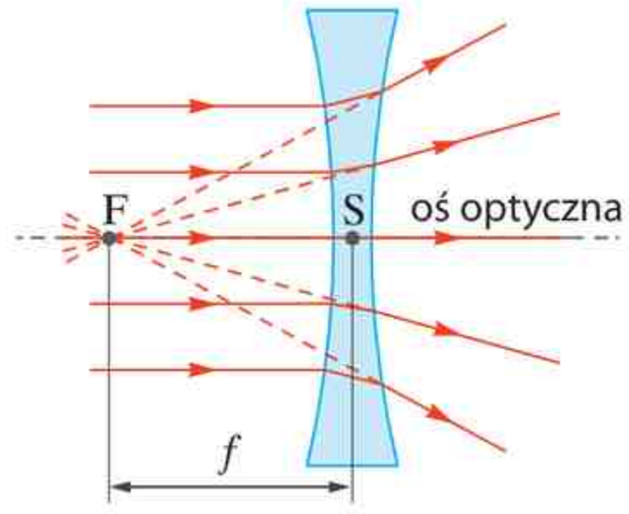
- Światło białe ulega rozszczepieniu, ponieważ dla tego samego kąta padania światła promienie o różnej barwie załamują się pod innym kątem. Najmniejszy kąt załamania ma światło czerwone, a największy – fioletowe.
- Monochromatyczne światło **lasera** nie ulega rozszczepieniu.

Soczewki

- W **soczewce skupiającej** promienie światła równoległe do osi optycznej po przejściu przez soczewkę przecinają się w punkcie zwanym **ogniskiem** soczewki, F.
- Odległość ogniska od soczewki to **ogniskowa**, *f*.



- Wiązka promieni równoległych do osi optycznej po przejściu przez **soczewkę rozpraszającą** rozprasza się (odchyla się od osi optycznej na zewnątrz) w taki sposób, że przedłużenia promieni przechodzących przez soczewkę przecinają się w jednym punkcie zwanym **ogniskiem pozornym**.



- **Soczewki rozpraszające** tworzą zawsze (niezależnie od odległości przedmiotu od soczewki) obraz: pozorny, prosty, pomniejszony.

Wady wzroku i ich korygowanie

- **Dalekowzroczność** – obraz bliskich przedmiotów powstaje za siatkówką. Niwelujemy tę wadę, stosując soczewki skupiające.
- **Krótkowzroczność** – obraz dalekich przedmiotów powstaje przed siatkówką. Niwelujemy tę wadę, stosując soczewki rozpraszające.

Tabela 2. Podstawowe jednostki układu SI

Nazwa	kilogram	metr	sekunda	kelwin	amper
Skrót	kg	m	s	K	A

Zdjęcie na okładce: Getty Images/Photographer's Choice/ATU Images.

Rysunki: Joanna Ptak – s. 11, 15 (dolna ilustracja), 16, 17, 37, 50, 51, 53 (dolna ilustracja), 54, 59, 60, 65, 66, 69, 70 (górna ilustracja), 73, Ewa Sowulewska – s. 15 (górna ilustracja), 20 (górna ilustracja), 38, 43 (górny obwód), 143 (górny obwód), 48 (górny obwód i wykres), 52 (ilustracje w podpunkcie b), 53 (górna ilustracja), 64, 87, 118 (1), Andrzej Dukata – s. 22, 26 (obwody), 27, 28, 30, 31, 33, 34, 40, 42, 43 (dolna ilustracja), 44 (obwód), 45, 48 (dolny obwód), 63, 64, 66 (wykres), 69, 70 (wykresy), 71, 74, 75, 79, 82 (wykres), 88, 93 (zad. 4), 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 105 (dolna ilustracja), 106, 107 (górna ilustracja), 108, 109, 110, 111, 113, 117, 118 (1), 120 (wykres), 121, Elżbieta Buczkowska – s. 20 (dolna ilustracja), 26 (dolna ilustracja), 32, 34, 37, 44 (niebieski element), 50, 51, 52 (bateria), 54, 59, 60, 65, 66, 80, Agata Knajdek – s. 12, 23, 50, 51, 66 (górna ilustracja), 55, 82 (dolna ilustracja), 92, 93 (dolna ilustracja), Zuzanna Dudzic – s. 23, Ewelina Baran – s. 50, 51, 52, 54, 55, 59, 60, 64 (zad. 3 i 4), 91, 98 (1), 115, 120 (magnes), Marek Nawrocki – s. 37, Paulina Podolska – s. 100, 101, 104, 105 (górna ilustracja), 107 (b, c), 112, 114, 118 (2, 4), Rafał Buczkowski – s. 6, 7, 9, 10, 14, Wioleta Herczyńska – s. 58, 76, 78.

Zdjecia: BE&W: ALAMY LIMITED – Justin Kas. s. 89/F, Marshall Ikonography s. 95/A, Tony Rusecki s. 103 (aparat fotograficzny), BEW STOCK/Wojciech Wójcik s. 36, 37; Diomedia: imageBROKER RM / Hans Blossey s. 35/D, Science Source – GIPhotoStock s. 5/C, Ted Kinsman s. 5/B; Getty Images. iStock/ /Getty Images Plus/kapalkecil s. 6; NASA: Human Space Flight Center s. 68, 84, JPL/USGS s. 89/A; Shutterstock: 3355m s. 65/D, a2l s. 77/F, Africa Studio – s. 21/A, s. 92/C, Alexander Mazurkevich s. 21 (bateria), Anna Om s. 89/B, arogant s. 9/C, Artem Furman s. 81, Audrey Snider-Bell s. 91/B, Billion Photos s. 49/B, Bochkarev s. 101, borzywoj s. 9/A, carlo fornitano s. 92/B, Chatchawat Prasertsom s. 89/D, Chones s. 21/D, colors s.99/E, Coprid s. 10 (plastikowy kanister), cyo bo s. 56, 57, Daniel Prudek s. 91/A, Dobos Bella Noemi s. 67, Edmondo Ciccolella s. 99/B, Ekapol Jeewasuwan s. 22 (żarówka), Elena Larina s. 99/F, EpicStockMedia s. 72/D, Evgeny Karandaev s. 99/A, Feng Yu s. 83/B, FloridaStock s. 91/C, gabczi s. 95/C, Germanskydiver s. 49/C, goran cakmazovic s. 21 (kontakt), Inked Pixels s. 72/B, irin-k s. 89/E, Ivanov Oleg s. 77/A, Janaka Dharmasena s. 9/D, janon kas s. 99/C, Jim Barber s. 90/A, Joseph Sohm s. 35/C, katarinag s. 95/F, KENNY TONG s. 102, 103 (radioteleskopy), KOKALA VIEW s. 77/B, Korvit s. 41, Kzenon s. 23 (stacyjka w samochodzie), lee2015 s. 22 (latarka), lucag_g s. 65/A, Maciej Czekajewski s. 72/C, MikeBraune s. 65/B, MNI s. 12, Oleksandr Nagaiets s. 95/E, oley s. 77/D, Olga Selyutina s. 75 (fala kolista), Oliver Hoffmann s. 51, papa1266 s. 21 (akumulator), PAUL ATKINSON s. 92/A, pedrosala s. 35/A, Petar An s. 49/D, Petr Malyshev s. 9/B, photo one s. 103 (latarka), pittaya s. 21 (słup wysokiego napięcia), Pumidol s. 22 (słuchawki), Radomir s. 77/E, Rainer Albiez s. 89/C, revers s. 5/A, Robert Przybysz s. 23 (jonoforeza), Roman Sigaev s. 99/D, rzstudio s. 10 (metalowy kanister), Satakorn s. 83/C, Scanrail1 s. 21/B, Sealstep s. 65/C, tantawat s. 83/A, Tatiana Popova s. 77/C, Tomas Mikula s. 49/E, Tono Balaguer s. 104, Tupungato s. 95/D, Vlad Teodor s. 75 (motorówka), Vladimir Zhoga s. 35/B, vvoe s. 21/C, wavebreakmedia s. 72/A, Who is Danny s. 95/B, WICHAI WONGJONGJAIHAN s. 85, Yurico s. 112, zwola fasola s. 102 (antena satelitarna); Anna Budzyńska: s. 5 (doświadczenie A, B), 18, 19, 28, 29, 45, 46, 49/F, 62, 63, 86, 87, 90/B, 106, 116; Ewelina i Bogdan Wańkowiczowie: s. 49/A; Agnieszka Żak: s. 5 (doświadczenie C), 108.

W zeszycie ćwiczeń wykorzystano zadania z Informatora o egzaminie ósmoklasisty z fizyki od roku szkolnego 2021/2022 (wrzesień 2020), przykładowego arkusza egzaminacyjnego z fizyki (grudzień 2020), opublikowanych przez Centralną Komisję Egzaminacyjną.

Wydawnictwo Nowa Era oświadcza, że podjęło starania mające na celu dotarcie do właścicieli i dysponentów praw autorskich wszystkich zamieszczonych utworów. Wydawnictwo Nowa Era, przytaczając w celach dydaktycznych utwory lub ich fragmenty, postępuje zgodnie z art. 27^1 ust. 1 ustawy o prawie autorskim. Jednocześnie Nowa Era oświadcza, że jest jedynym podmiotem właściwym do kontaktu autorów tych utworów lub innych podmiotów uprawnionych w przypadkach, w których twórcy przysługuje prawo do wynagrodzenia.