

**INFORMATOR**  
**o egzaminie**  
**eksternistycznym**  
**z fizyki**  
z zakresu 4-letniego liceum  
ogólnokształcącego

od sesji jesiennej 2023 r.



Centralna Komisja Egzaminacyjna  
Warszawa 2021

## **Zespół redakcyjny:**

Mariusz Mroczek (CKE)

Monika Nowak (CKE)

dr Lidia Skibińska (OKE Poznań)

dr Wioletta Kozak (CKE)

## **Recenzenci:**

dr Waldemar Berej

dr Jerzy Brojan

dr Tomasz Karpowicz (recenzja językowa)

Informator został opracowany przez Centralną Komisję Egzaminacyjną we współpracy z okręgowymi komisjami egzaminacyjnymi.

### **Centralna Komisja Egzaminacyjna**

ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa

tel. 22 536 65 00

sekretariat@cke.gov.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku**

ul. Na Stoku 49, 80-874 Gdańsk

tel. 58 320 55 90

komisja@oke.gda.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie**

ul. Adama Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno

tel. 32 616 33 99

oke@oke.jaworzno.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie**

os. Szkolne 37, 31-978 Kraków

tel. 12 683 21 99

oke@oke.krakow.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łomży**

al. Legionów 9, 18-400 Łomża

tel. 86 473 71 20

sekretariat@oke.lomza.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi**

ul. Ksawerego Praussa 4, 94-203 Łódź

tel. 42 634 91 33

sekretariat@lodz.oke.gov.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu**

ul. Gronowa 22, 61-655 Poznań

tel. 61 854 01 60

sekretariat@oke.poznan.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie**

pl. Europejski 3, 00-844 Warszawa

tel. 22 457 03 35

info@oke.waw.pl

### **Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu**

ul. Tadeusza Zielińskiego 57, 53-533 Wrocław

tel. 71 785 18 94

sekretariat@oke.wroc.pl

## Spis treści

1.	Opis egzaminu eksternistycznego z fizyki .....	5
	Wstęp .....	5
	Zadania na egzaminie .....	5
	Opis arkusza egzaminacyjnego .....	7
	Zasady oceniania .....	7
	Materiały i przybory pomocnicze .....	9
2.	Przykładowy arkusz egzaminacyjny z zasadami oceniania rozwiązań zadań .....	11

**4** *Informator o egzaminie eksternistycznym z fizyki z zakresu 4-letniego liceum ogólnokształcącego od sesji jesiennej w 2023 r.*

# 1.

## Opis egzaminu eksternistycznego z fizyki z zakresu 4-letniego liceum ogólnokształcącego

### WSTĘP

Fizyka jest jednym z przedmiotów obowiązujących na egzaminie eksternistycznym z zakresu liceum ogólnokształcącego.

Egzamin eksternistyczny z fizyki z zakresu liceum ogólnokształcącego sprawdza, w jakim stopniu zdający spełnia wymagania określone w [podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej](#)<sup>1</sup>.

*Informator* prezentuje przykładowy arkusz egzaminacyjny wraz z zasadami oceniania rozwiązań zadań. Do każdego zadania dodano wykaz wymagań ogólnych i szczegółowych z podstawy programowej kształcenia ogólnego, którym odpowiada dane zadanie. *Informator* stanowi przy tym jedynie ogólną, kierunkową pomoc w planowaniu procesu samokształcenia. Zadania w przykładowym arkuszu nie ilustrują bowiem wszystkich wymagań z zakresu fizyki określonych w podstawie programowej, nie wyczerpują również wszystkich typów zadań, które mogą wystąpić w arkuszu egzaminacyjnym. Tylko realizacja wszystkich wymagań z podstawy programowej, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych, może zapewnić właściwe przygotowanie zdającego do egzaminu eksternistycznego z fizyki.

Na egzaminie eksternistycznym obowiązują **wymagania w zakresie podstawowym**.

### ZADANIA NA EGZAMINIE

W arkuszu egzaminacyjnym znajdują się zarówno zadania zamknięte, jak i otwarte.

Zadania zamknięte to takie, w których zdający wybiera odpowiedź spośród podanych. Mogą to być:

- zadania wyboru wielokrotnego
- zadania typu prawda – fałsz
- zadania na dobieranie.

Zadania otwarte to takie, w których uczeń samodzielnie formułuje odpowiedź. Wśród zadań otwartych na egzaminie eksternistycznym z fizyki znajdują się m.in.:

- zadania z luką, wymagające uzupełnienia zdania bądź krótkiego tekstu jednym lub kilkoma wyrazami, w tym wykonania lub uzupełniania rysunku schematycznego, diagramu, tabeli, wykresu, zależności, równania

---

<sup>1</sup> Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz.U. z 2018 r. poz. 467, z późn. zm.).

- zadania krótkiej odpowiedzi, wymagające (1) obliczania wartości określonej wielkości fizycznej, (2) ustalania i/lub uzasadniania prawidłowych stwierdzeń dotyczących zjawisk fizycznych, opisywania zjawisk fizycznych lub doświadczeń oraz roli przyrządów użytych w doświadczeniach.

Przedstawione przez zdającego rozwiązanie zadania otwartego, w którym zdający m.in. oblicza, wyprowadza, wykazuje, uzasadnia, musi prezentować pełny tok rozumowania, uwzględniać warunki zadania, a także odwoływać się do praw i zależności fizycznych oraz matematycznych. Oznaczenia stosowane w rozwiązaniu przez zdającego muszą jednoznacznie umożliwiać identyfikację wielkości fizycznych opisanych w treści zadania i polecenia.

Wszystkie zadania egzaminacyjne będą sprawdzały poziom opanowania umiejętności opisanych w następujących wymaganiach ogólnych w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej w zakresie podstawowym (w nawiasach zapisano numery celów kształcenia podstawy programowej):

- wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości (I)
- rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych (II)
- planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników (III)
- posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych (IV).

Zadania egzaminacyjne będą dotyczyły następujących obszarów tematycznych fizyki (w nawiasach zapisano numery treści nauczania podstawy programowej):

- mechanika (II)
- grawitacja i elementy astronomii (III)
- drgania, fale i optyka (IV, IX)
- termodynamika (V)
- elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetyzm (VI, VII, VIII)
- fizyka atomowa i jądrowa (X, XI).

Niezależnie od powyższych obszarów tematycznych, zadania egzaminacyjne będą sprawdzały również umiejętności określone w wymaganiach przekrojowych, określonych w pkt I treści nauczania podstawy programowej.

## OPIS ARKUSZA EGZAMINACYJNEGO

Egzamin eksternistyczny z fizyki z zakresu liceum ogólnokształcącego trwa **120 minut**<sup>2</sup>.

W arkuszu egzaminacyjnym będą występowały wiązki zadań lub pojedyncze zadania. Wiązka zadań to zestaw od dwóch do czterech zadań występujących we wspólnym kontekście tematycznym, którym jest opisane zjawisko fizyczne, doświadczenie, obserwacja itp. Każde z zadań wiązki będzie można rozwiązać niezależnie od rozwiązania innych zadań w danej wiązce. Wiązka zadań może się składać z zadań zamkniętych i zadań otwartych. Niektóre zadania będą wymagały skorzystania z zamieszczonych w arkuszu ilustracji poglądowych, rysunków, tekstów popularnonaukowych, wykresów, diagramów lub tabel.

Liczbę zadań w arkuszu egzaminacyjnym oraz liczbę punktów możliwych do uzyskania za poszczególne rodzaje zadań przedstawiono w poniższej tabeli.

Rodzaj zadań	Liczba zadań	Łączna liczba punktów	Udział w wyniku sumarycznym
zamknięte	14–18	ok. 16	ok. 40%
otwarte	8–14	ok. 24	ok. 60%
<b>RAZEM</b>	<b>22–32</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

## ZASADY OCENIANIA

### Zadania zamknięte

Zadania zamknięte są oceniane – w zależności od maksymalnej liczby punktów, jaką można uzyskać za rozwiązanie danego zadania – zgodnie z poniższymi zasadami:

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### ALBO

2 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.

1 pkt – odpowiedź częściowo poprawna lub odpowiedź niepełna.

0 pkt – odpowiedź całkowicie niepoprawna albo brak odpowiedzi.

<sup>2</sup> Czas trwania egzaminu może zostać wydłużony w przypadku zdających ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym niepełnosprawnymi. Szczegóły są określone w *Komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w sprawie szczegółowych sposobów dostosowania warunków i form przeprowadzania egzaminu eksternistycznego dla danej sesji egzaminacyjnej.*

## **Zadania otwarte**

Za poprawne rozwiązanie zadania otwartego będzie można otrzymać maksymalnie 1, 2, lub 3 punkty. Za każde poprawne rozwiązanie, inne niż opisane w zasadach oceniania, można przyznać maksymalną liczbę punktów, o ile rozwiązanie jest merytorycznie poprawne, zgodne z poleceniem i warunkami zadania.

Zadania otwarte są oceniane – w zależności od maksymalnej liczby punktów, jaką można uzyskać za rozwiązanie danego zadania – zgodnie z poniższymi zasadami:

### *Zadania otwarte, w których zdający udziela odpowiedzi opisowej*

- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 1 pkt:
  - 1 pkt – odpowiedź poprawna.
  - 0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.
- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 2 pkt:
  - 2 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.
  - 1 pkt – odpowiedź częściowo poprawna lub odpowiedź niepełna.
  - 0 pkt – odpowiedź całkowicie niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### *Zadania otwarte z luką lub zadania, w których zdający wykonuje proste obliczenie*

- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 1 pkt:
  - 1 pkt – rozwiązanie poprawne.
  - 0 pkt – rozwiązanie niepełne lub niepoprawne albo brak rozwiązania.
- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 2 pkt:
  - 2 pkt – rozwiązanie całkowicie poprawne.
  - 1 pkt – rozwiązanie częściowo poprawne lub rozwiązanie niepełne.
  - 0 pkt – rozwiązanie całkowicie niepoprawne albo brak rozwiązania.

### *Zadania otwarte, dla których określono poszczególne etapy ich rozwiązania (np. istotny postęp, zasadnicze trudności zadania)*

- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 2 pkt:
  - 2 pkt – rozwiązanie całkowicie poprawne.
  - 1 pkt – rozwiązanie, w którym zostały pokonane zasadnicze trudności zadania, ale rozwiązanie nie zostało doprowadzone poprawnie do końcowej postaci.
  - 0 pkt – rozwiązanie, w którym nie zostały pokonane zasadnicze trudności zadania, albo brak rozwiązania.



- w przypadku zadania, za którego rozwiązanie można otrzymać maksymalnie 3 pkt:
  - 3 pkt – rozwiązanie całkowicie poprawne.
  - 2 pkt – rozwiązanie, w którym zostały pokonane zasadnicze trudności zadania, ale rozwiązanie nie zostało doprowadzone poprawnie do końcowej postaci.
  - 1 pkt – rozwiązanie, w którym dokonany został istotny postęp, ale nie zostały pokonane zasadnicze trudności zadania.
  - 0 pkt – rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu, albo brak rozwiązania.

Etapy rozwiązania dla każdego zadania (niewielki postęp, istotny postęp, zasadnicze trudności zadania) będą opisane w zasadach oceniania dla danego zadania. Ponadto dla różnych sposobów rozwiązania danego zadania te same etapy będą opisywały w zasadach oceniania  jakościowo równoważny postęp  na drodze do rozwiązania zadania.

## **MATERIAŁY I PRZYBORY POMOCNICZE NA EGZAMINIE Z FIZYKI**

Przybory pomocnicze, z których mogą korzystać zdający na egzaminie eksternistycznym z fizyki, to:

- linijka
- kalkulator prosty
- *Karta wybranych wzorów i stałych fizycznych na egzamin eksternistyczny z fizyki.*

Szczegółowe informacje dotyczące materiałów i przyborów pomocniczych, z których mogą korzystać zdający na egzaminie eksternistycznym z fizyki (w tym osoby, którym dostosowano warunki przeprowadzenia egzaminu), będą ogłaszane w komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej.


**10** *Informator o egzaminie eksternistycznym z fizyki z zakresu 4-letniego liceum ogólnokształcącego od sesji jesiennej w 2023 r.*

## 2.

**Przykładowy arkusz egzaminacyjny z zasadami oceniania rozwiązań zadań**

W Informatorze zamieszczono *Przykładowy arkusz egzaminacyjny* oraz *Zasady oceniania rozwiązań zadań*. Przy każdym zadaniu w arkuszu – po numerze zadania – podano liczbę punktów możliwych do uzyskania za jego rozwiązanie. W *Zasadach oceniania rozwiązań zadań* dla każdego zadania podano:

- wymagania ogólne i szczegółowe z podstawy programowej, które są sprawdzane w tym zadaniu
- zasady oceniania rozwiązania tego zadania
- poprawne rozwiązanie każdego zadania zamkniętego oraz przykładowe rozwiązanie każdego zadania otwartego.

Symbol  zamieszczony w nagłówku zadania zwraca uwagę na to, że do rozwiązania zadania będzie pomocne lub niezbędne użycie linijki (np. do rysowania linii prostych lub do odmierzenia długości odcinków).

**12** *Informator o egzaminie eksternistycznym z fizyki z zakresu 4-letniego liceum ogólnokształcącego od sesji jesiennej w 2023 r.*

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

<b>PESEL (wypełnia zdający)</b>  <table border="1" style="margin: auto;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>											<b>LFAP-100-23XX</b>

# EGZAMIN EKSTERNISTYCZNY Z FIZYKI

## LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE



DATA: [dzień miesiąc rok]

CZAS PRACY: **120 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **40**

---

### Instrukcja dla zdającego

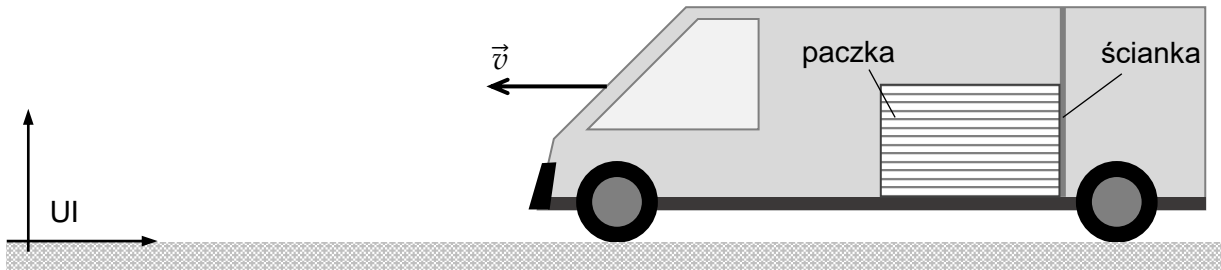
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 18 stron (zadania 1–14). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z *Karty wybranych wzorów i stałych fizycznych na egzamin eksternistyczny z fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie i na karcie punktowania wpisz swój numer PESEL. Na karcie punktowania zamaluj  pola odpowiadające cyfrom numeru PESEL. Błędne zaznaczenie otocz kółkiem  i zaznacz właściwe. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
9. Pamiętaj, że w przypadku stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązania zadań egzaminacyjnych lub zakłócenia prawidłowego przebiegu egzaminu w sposób, który utrudnia pracę pozostałym osobom zdającym, przewodniczący zespołu nadzorującego przerywa i unieważnia egzamin eksternistyczny.

***Życzymy powodzenia!***

**Zadanie 1.**

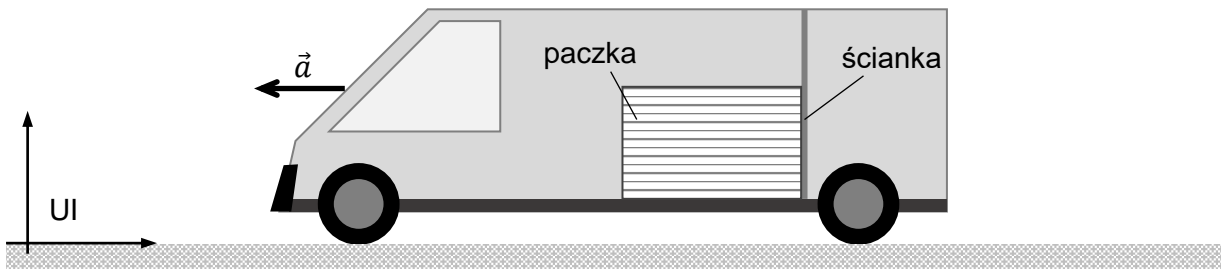
Samochód dostawczy początkowo poruszał się względem ziemi ruchem jednostajnym prostoliniowym w kierunku poziomym z prędkością  $\vec{v}$  (zobacz rysunek 1.).

Rysunek 1.



Od chwili  $t_1$  samochód zaczął przyspieszać i przez czas  $\Delta t = 10$  s poruszał się, bez zmiany kierunku ruchu, ze stałym przyspieszeniem o wartości  $a = 1,5$  m/s<sup>2</sup> (zobacz rysunek 2.).

Rysunek 2.

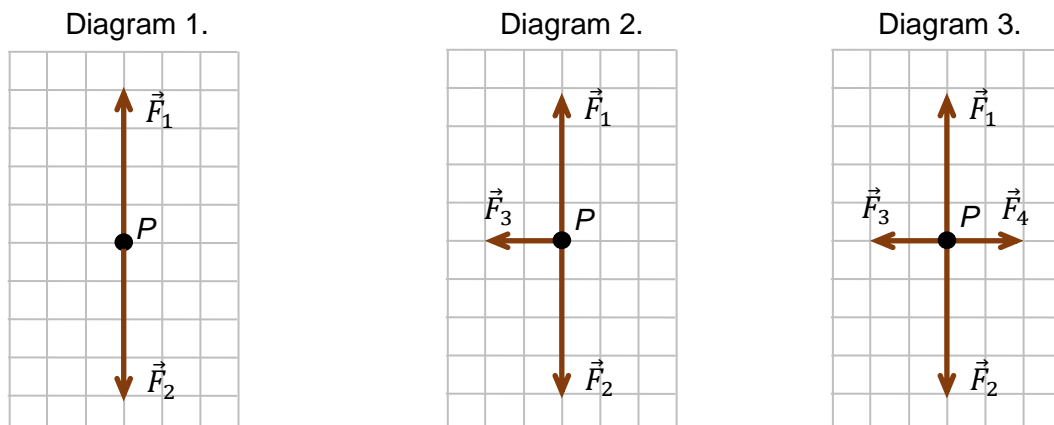


W samochodzie znajdowała się paczka, która dotykała tylnej ścianki części bagażowej samochodu. Paczka pozostawała nieruchoma względem samochodu podczas opisanego ruchu jednostajnego oraz przyspieszonego.

Układ odniesienia związany z ziemią przyjmujemy jako inercjalny (UI).

**Zadanie 1.1. (0–1)**

Na jednym z poniższych diagramów 1.–3. prawidłowo narysowano i opisano siły działające na paczkę w układzie inercjalnym, gdy samochód poruszał się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Na diagramach 1.–3. punkt  $P$  reprezentuje paczkę.

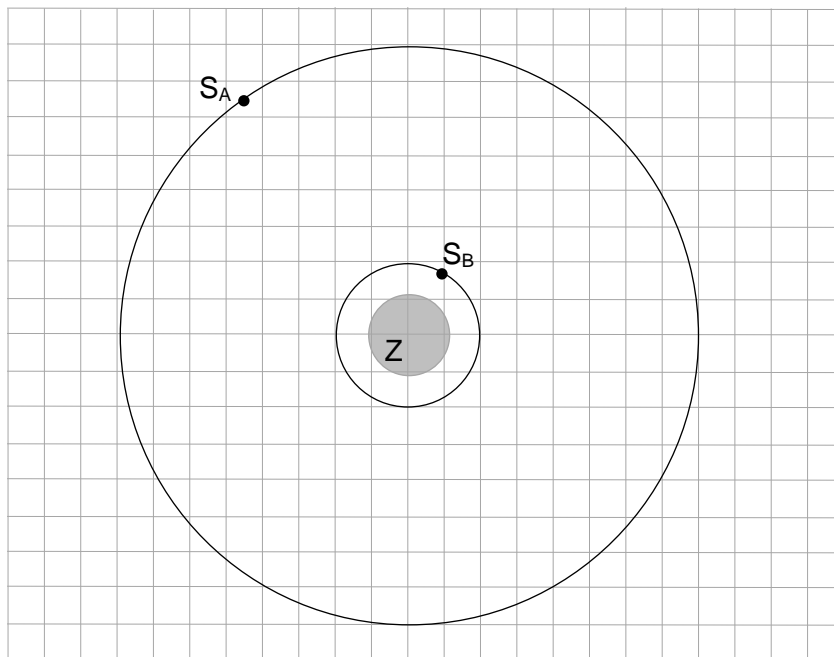




**Zadanie 2.**

Satelita A oraz satelita B okrążają Ziemię po orbitach kołowych. Oba satelity poruszają się z wyłączonymi silnikami, jedynie pod wpływem siły grawitacji. Orbity tych satelitów leżą w jednej płaszczyźnie, a względne rozmiary obu orbit przedstawiono na rysunku poniżej. Masy obu satelitów są sobie równe.

Długość boku pojedynczej kratki odpowiada umownej jednostce odległości.

**Zadanie 2.1. (0–1)**

Siła grawitacji działająca na satelitę  $S_A$  ma wartość  $F_A$ .

**Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

Siła grawitacji działająca na satelitę  $S_B$  ma wartość

- A.  $F_B = F_A$       B.  $F_B = 2F_A$       C.  $F_B = 4F_A$       D.  $F_B = 16F_A$

**Zadanie 2.2. (0–1)**

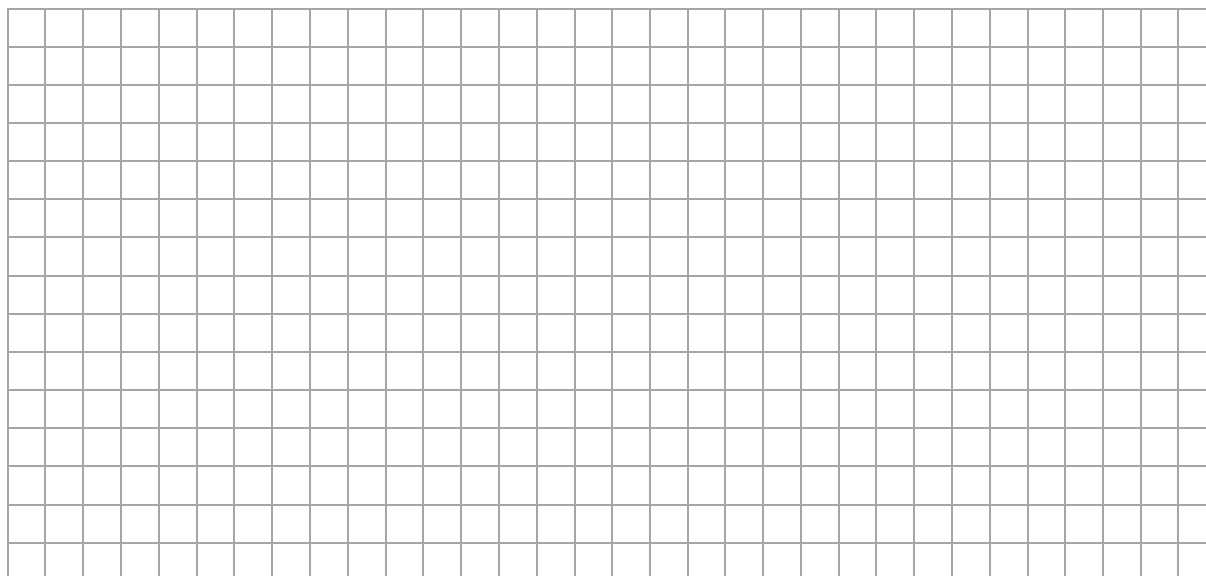
**Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.**

1.	Prędkość orbitalna satelity $S_A$ zależy od jego masy.	P	F
2.	Siła grawitacji działająca na satelitę $S_B$ (w układzie inercjalnym) jest siłą dośrodkową.	P	F



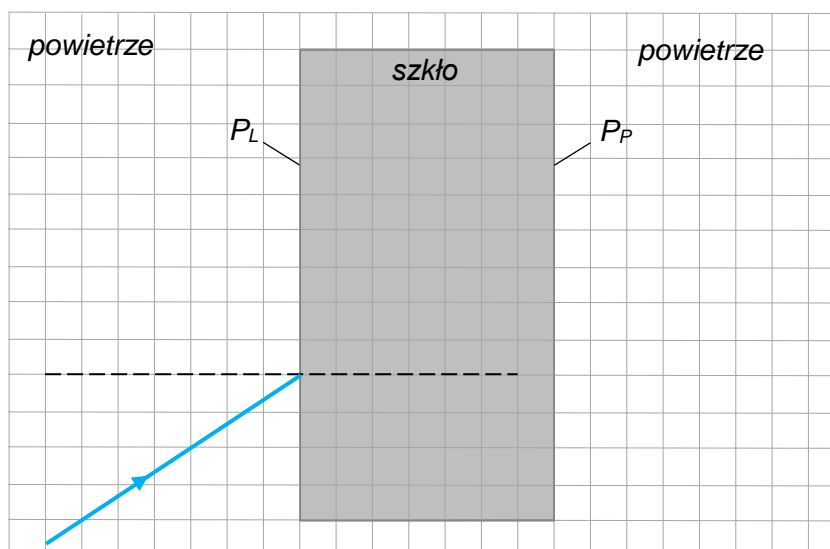
**Zadanie 2.3. (0–2)**

Oblicz iloraz  $\frac{v_A}{v_B}$  – wartości prędkości orbitalnej satelity  $S_A$  i wartości prędkości orbitalnej satelity  $S_B$ .

**Zadanie 3. (0–2)**

Promień światła pada z powietrza na prostopadłościenną szklaną płytkę (zobacz rysunek poniżej). Lewą i prawą powierzchnię płytki oznaczono na rysunku – odpowiednio – jako  $P_L$  oraz  $P_P$ . Wartość prędkości światła w powietrzu jest większa niż w szkłe.

Rysunek



Na powyższym rysunku narysuj dalszy bieg promienia przechodzącego przez granicę ośrodków powietrze – szkło ( $P_L$ ) oraz przez granicę ośrodków szkło – powietrze ( $P_P$ ). Na obu granicach ośrodków uwzględnij promień odbity oraz promień załamany. Zachowaj relacje: większy / mniejszy / równy, między kolejnymi kątami padania, załamania i odbicia.



**Zadanie 5.**

Ambulans z włączoną syreną dźwiękową jedzie ze stałą prędkością. Przyjmij uproszczony model zjawiska, w którym częstotliwość dźwięku wytwarzanego przez głośnik była stała i wynosiła  $f$  (tzn. membrana głośnika syreny drgała z częstotliwością  $f$ ). Pomiń inne źródła dźwięku.

**Zadanie 5.1. (0–1)**

**Dokończ zdania. Zaznacz odpowiedź spośród A–C oraz odpowiedź spośród D–F.**

- Gdy jadący ambulans zbliża się do osoby stojącej na chodniku, to słyszy ona dźwięk syreny o częstotliwości
  - większej od  $f$ .
  - równej  $f$ .
  - mniejszej od  $f$ .
- Gdy jadący ambulans oddala się od osoby stojącej na chodniku, to słyszy ona dźwięk syreny o częstotliwości
  - większej od  $f$ .
  - równej  $f$ .
  - mniejszej od  $f$ .

**Zadanie 5.2. (0–1)**

Na diagramach 1.–3. przedstawiono obrazy powierzchni falowych dźwięku syreny w powietrzu, dla trzech różnych prędkości ambulansu, w układzie odniesienia związanym z ziemią.

Diagram 1.

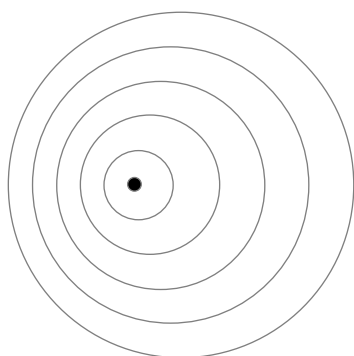


Diagram 2.

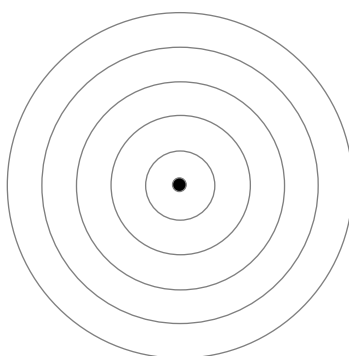
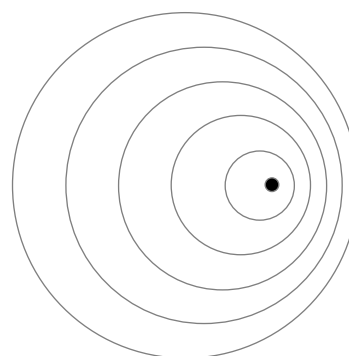


Diagram 3.



**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1. albo 2.**

Obraz powierzchni falowych dźwięku syreny w powietrzu, w sytuacji, gdy ambulans porusza się z prędkością o największej wartości, przedstawiono na

<b>A.</b>	diagramie 1.,	a ponadto w tej sytuacji ambulans porusza się	<b>1.</b>	w prawo: →
<b>B.</b>	diagramie 2.,		<b>2.</b>	w lewo: ←
<b>C.</b>	diagramie 3.,			

**Zadanie 6.**

Do 1 kg wody o temperaturze równej 100 °C wrzucono bryłę lodu o temperaturze równej –40 °C. Na poniższym wykresie przedstawiono zależność temperatury wody od ilości ciepła wymienionego z lodem (linia niebieska) oraz zależność temperatury lodu od ilości ciepła wymienionego z wodą (linia zielona). Wymianę ciepła lodu i wody z innymi ciałami (naczynie, powietrze) pomijamy.

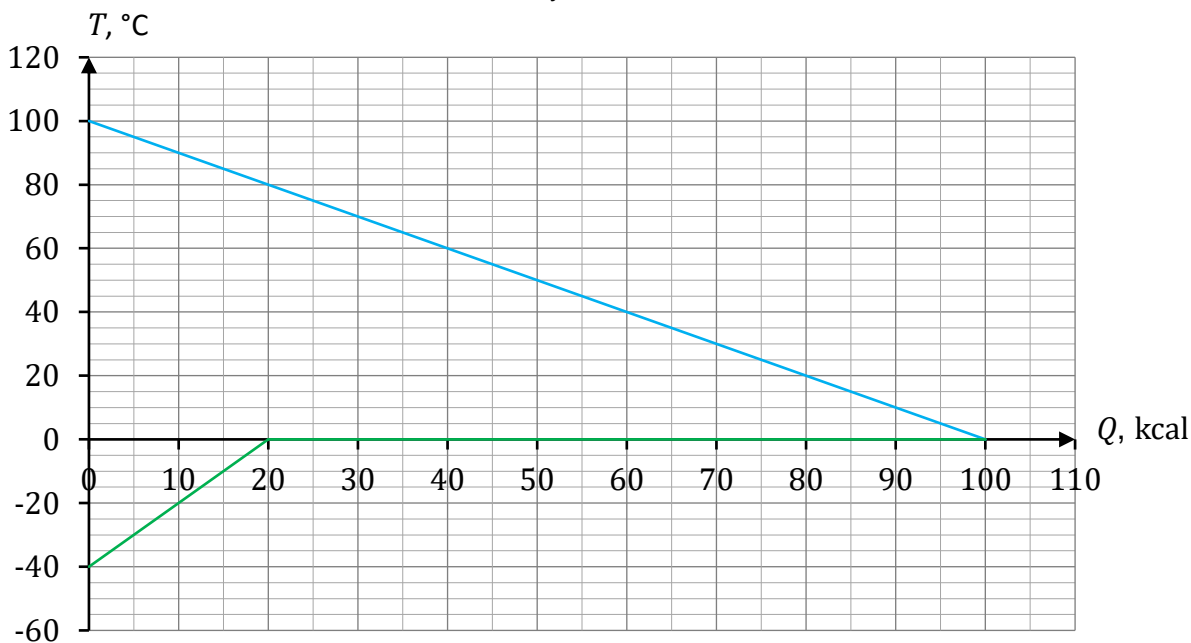
W wyniku opisanego procesu cały lód się stopił, a woda powstała ze stopionego lodu miała temperaturę 0 °C. Jako jednostkę energii użyjemy kilokalorii: 1 kcal = 4,2 kJ. Przyjmij do obliczeń:

ciepło właściwe wody:  $c_w = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

ciepło właściwe lodu:  $c_l = 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

ciepło topnienia lodu:  $L = 80 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

Wykres



**Zadanie 6.1. (0–2)**

Uzupełnij zdania. Wpisz właściwe słowa (wybrane spośród: *ogrzewania / chłodzenia / stopienia / skrzepnięcia / sublimacji / resublimacji*) oraz właściwe wartości liczbowe w wykropkowanych miejscach.

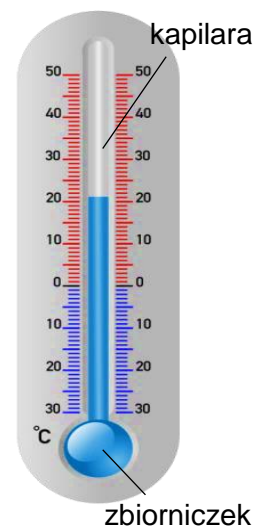
1. Ciepło, które woda oddała w przedstawionym procesie przy ochłodzeniu od 100 °C do 80 °C, zostało wykorzystane do ..... lodu od ..... °C do ..... °C.
2. Ciepło, które woda oddała w przedstawionym procesie przy ochłodzeniu od 80 °C do 0 °C, było równe ..... kcal i zostało wykorzystane do ..... lodu.



**Zadanie 8.**

Do pomiaru temperatury można stosować termometr cieczowy, który składa się ze szklanego zbiorniczka z cieczą i cienkiej szklanej rurki (kapilary) z nim połączonej.

Zmiany temperatury cieczy skutkują zmianami jej poziomu w kapilarze. Skala umieszczona wzdłuż kapilary umożliwia odczyt temperatury.

**Zadanie 8.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie.**

**Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.**

Zmiana poziomu cieczy w kapilarze następuje w wyniku zjawiska

<b>A.</b>	rozszerzalności liniowej cieczy,	które jest skutkiem wymiany energii między cieczą a otoczeniem w formie	<b>1.</b>	pracy.
<b>B.</b>	rozszerzalności powierzchniowej cieczy,		<b>2.</b>	ciepła.
<b>C.</b>	rozszerzalności objętościowej cieczy,		<b>3.</b>	materii.

**Zadanie 8.2. (0–1)**

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

<b>1.</b>	Dzięki termometrowi z cieńszą, dłuższą kapilarą i niezmiennym zbiorniczkiem możliwy staje się dokładniejszy pomiar temperatury.	<b>P</b>	<b>F</b>
<b>2.</b>	Dzięki termometrowi z większym zbiorniczkiem i niezmienną kapilarą możliwy staje się pomiar temperatury w większym zakresie temperatur.	<b>P</b>	<b>F</b>

**Zadanie 9.**

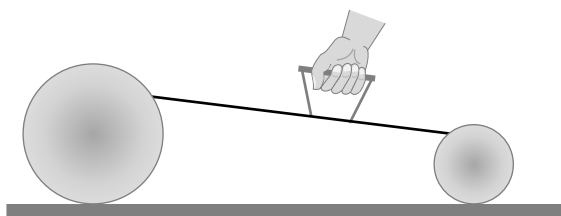
Dwie metalowe kulki o różnych promieniach i masach spoczywają na nieprzewodzącym, poziomym podłożu (zobacz rysunek 1.). Mniejsza kulka jest naładowana ujemnie, a większa kulka jest nienaładowana (jest obojętna elektrycznie).

Rysunek 1.

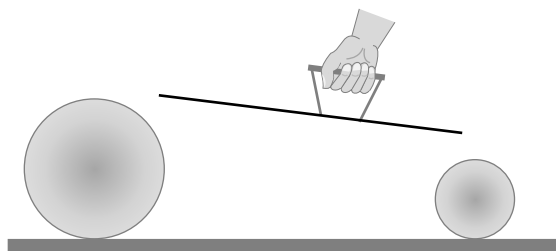


Kulki połączono za pomocą miedzianego pręta trzymanego w nieprzewodzącym uchwycie (zobacz rysunek 2.), a następnie pręt odłączyono (zobacz rysunek 3.).

Rysunek 2.

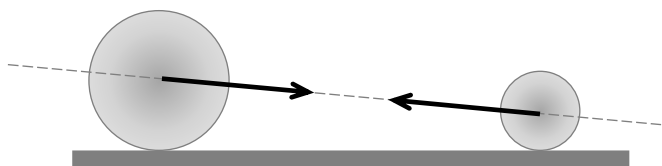


Rysunek 3.

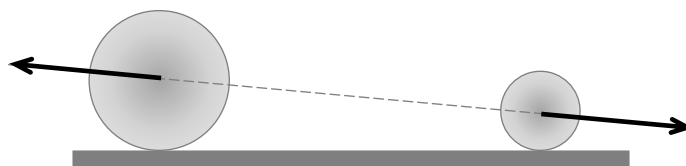
**Zadanie 9.1. (0–1)**

Na którym rysunku prawidłowo przedstawiono siły wzajemnego oddziaływania kulek po odłączeniu pręta? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

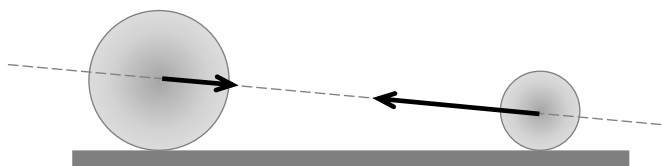
A.



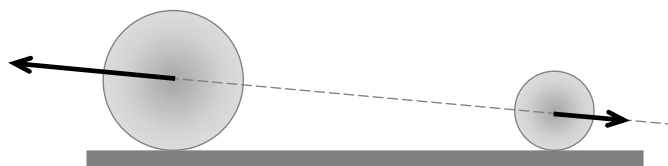
B.



C.



D.



**Zadanie 9.2. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A, B albo C oraz odpowiedź 1. albo 2.**

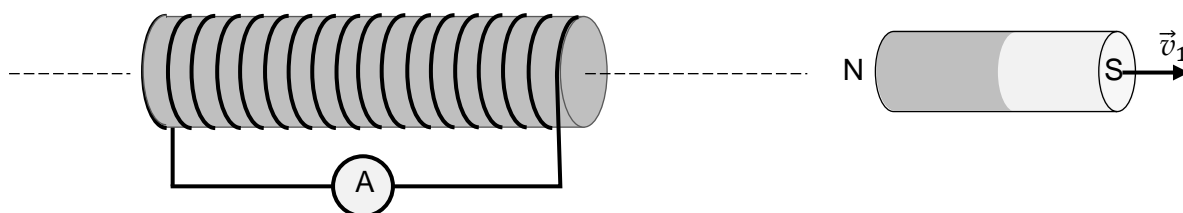
Gdy kulki zostały połączone prętem (rysunek 2.), to kulka większa naładowała się w wyniku

<b>A.</b>	dopływu elektronów	od kulki	<b>1.</b>	mniejszej do kulki większej.
<b>B.</b>	dopływu jonów ujemnych		<b>2.</b>	większej do kulki mniejszej.
<b>C.</b>	odpływu protonów			

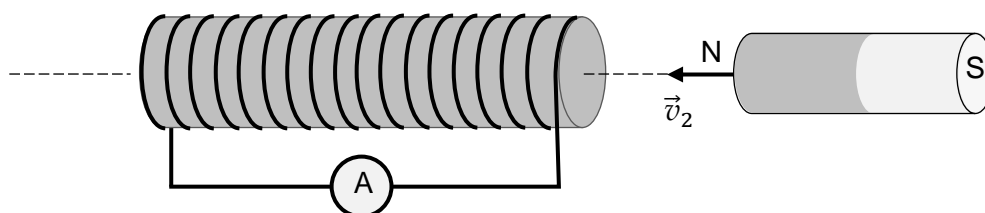
**Zadanie 10.**

W pobliżu zwojnicy podłączonej do amperomierza umieszczono magnes walcowy. Następnie ten magnes przemieszczano wzdłuż osi zwojnicy w różny sposób: naprzemiennie oddalano od zwojnicy oraz zbliżano do zwojnicy z różnymi wartościami prędkości (zobacz rysunek 1. oraz rysunek 2.). W czasie gdy magnes poruszał się względem zwojnicy, amperomierz wskazywał przepływ prądu.

Rysunek 1.



Rysunek 2.

**Zadanie 10.1. (0–1)**

**Dokończ zdania. Zaznacz odpowiedź spośród A–C oraz odpowiedź spośród D–E.**

1. Zjawisko, w wyniku którego przez zwojnicę popłynął prąd elektryczny, to

**A.** indukcja elektromagnetyczna.    **B.** indukcja elektrostatyczna.    **C.** indukcja magnetyczna.

2. Jednym z urządzeń, w którym wykorzystuje się opisane zjawisko, jest

**D.** transformator.

**E.** elektromagnes.



**Zadanie 10.2. (0–1)**

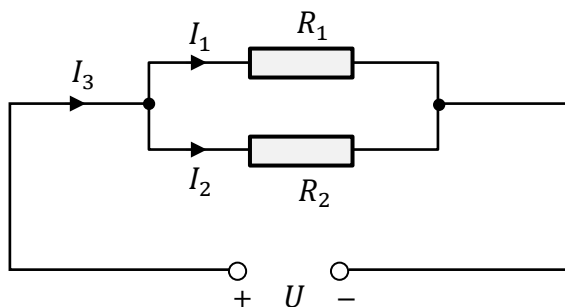
Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W sytuacjach przedstawionych na rysunkach 1. i 2. prąd w zwojnicy płynie w tę samą stronę.	P	F
2.	Natężenie prądu indukowanego w zwojnicy zależy od wartości prędkości magnesu względem zwojnicy.	P	F

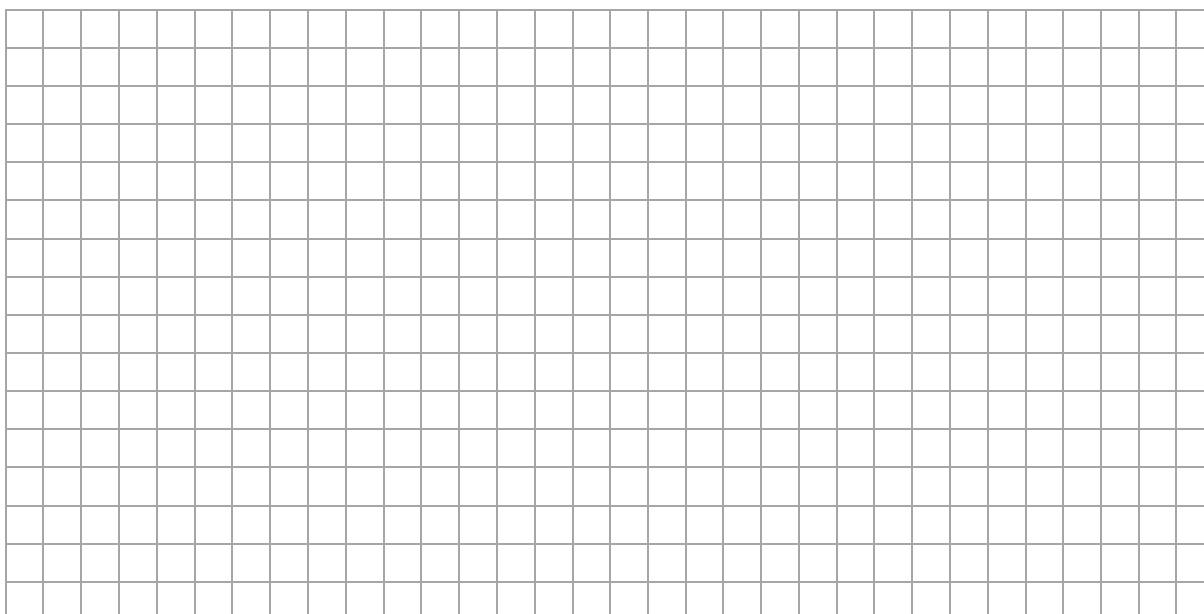
**Zadanie 11. (0–3)**

Dwa oporniki o oporach elektrycznych  $R_1 = 20 \Omega$  i  $R_2 = 40 \Omega$  połączono równolegle (zobacz rysunek poniżej), następnie podłączono je do źródła stałego napięcia elektrycznego  $U$ . Na rysunku przedstawiono schemat otrzymanego obwodu elektrycznego. Natężenie prądu płynącego przez opornik  $R_1$  jest równe  $I_1 = 0,5 \text{ A}$ .

Rysunek



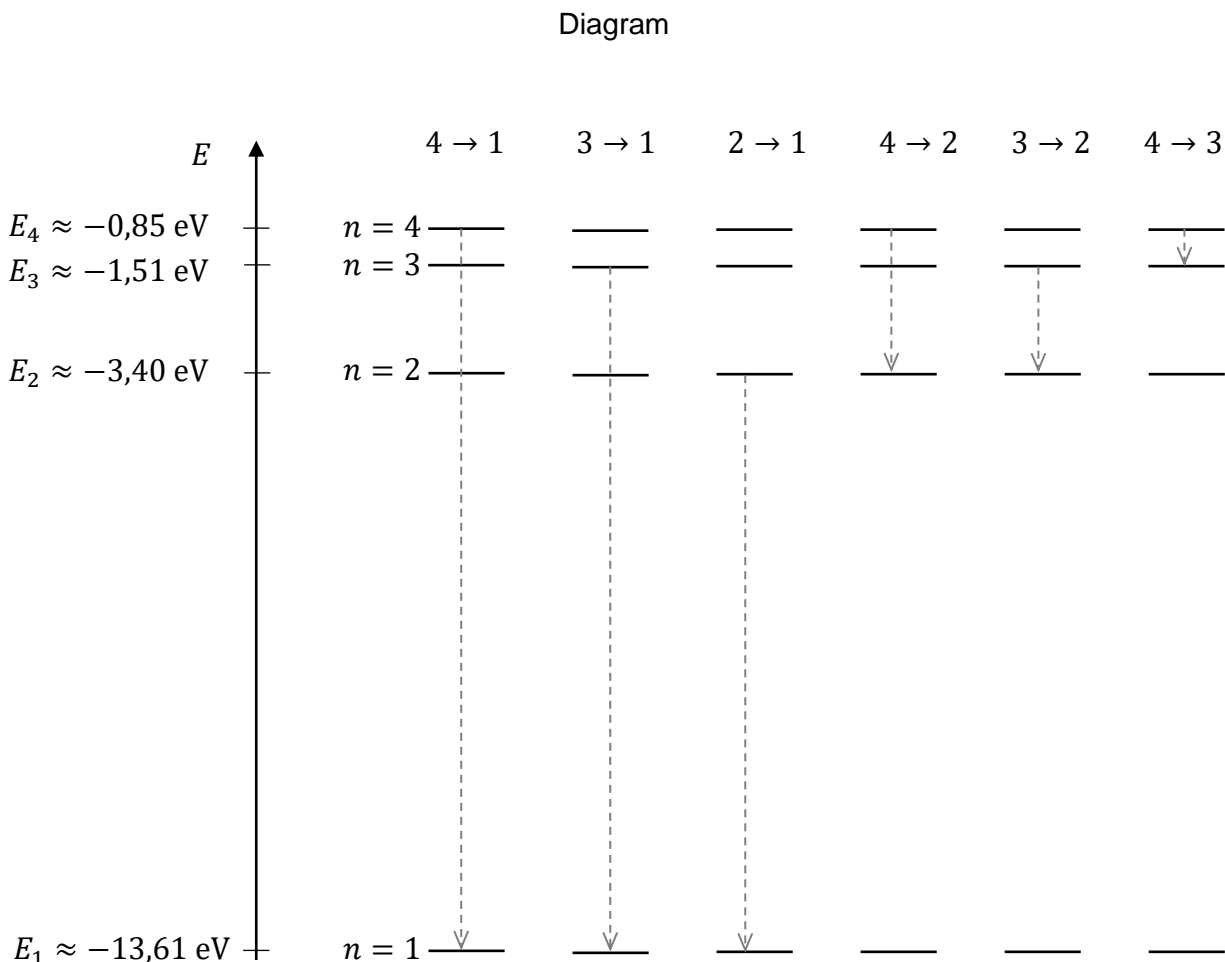
Oblicz  $I_3$  – natężenie prądu płynącego w przewodzie łączącym źródło napięcia elektrycznego z układem oporników.



**Zadanie 12.**

Na diagramie poniżej przedstawiono w sposób schematyczny pierwsze cztery poziomy energetyczne w atomie wodoru oraz zapisano wartości energii elektronu na danym poziomie. Obok osi energii przedstawiono dla tych poziomów energetycznych możliwe przejścia  $a \rightarrow b$  elektronu z poziomu  $n = a$  na poziom  $n = b$  (gdzie  $a > b$ ).

Na osi energii zachowano skalę.

**Zadanie 12.1. (0–1)**

**Dokończ zdania. Wpisz właściwe symbole przejść (spośród zapisanych na diagramie powyżej) w wy kropkowane miejsca.**

1. Spośród przedstawionych przejść największą energię ma foton emitowany podczas przejścia .....
2. Spośród przedstawionych przejść najmniejszą częstotliwość ma foton emitowany podczas przejścia .....

**Zadanie 12.2. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

Energia fotonu emitowanego podczas przejścia  $3 \rightarrow 2$  wynosi (w zaokrągleniu do trzech cyfr znaczących)

A. 1,51 eV

B. 3,40 eV

C. 1,89 eV

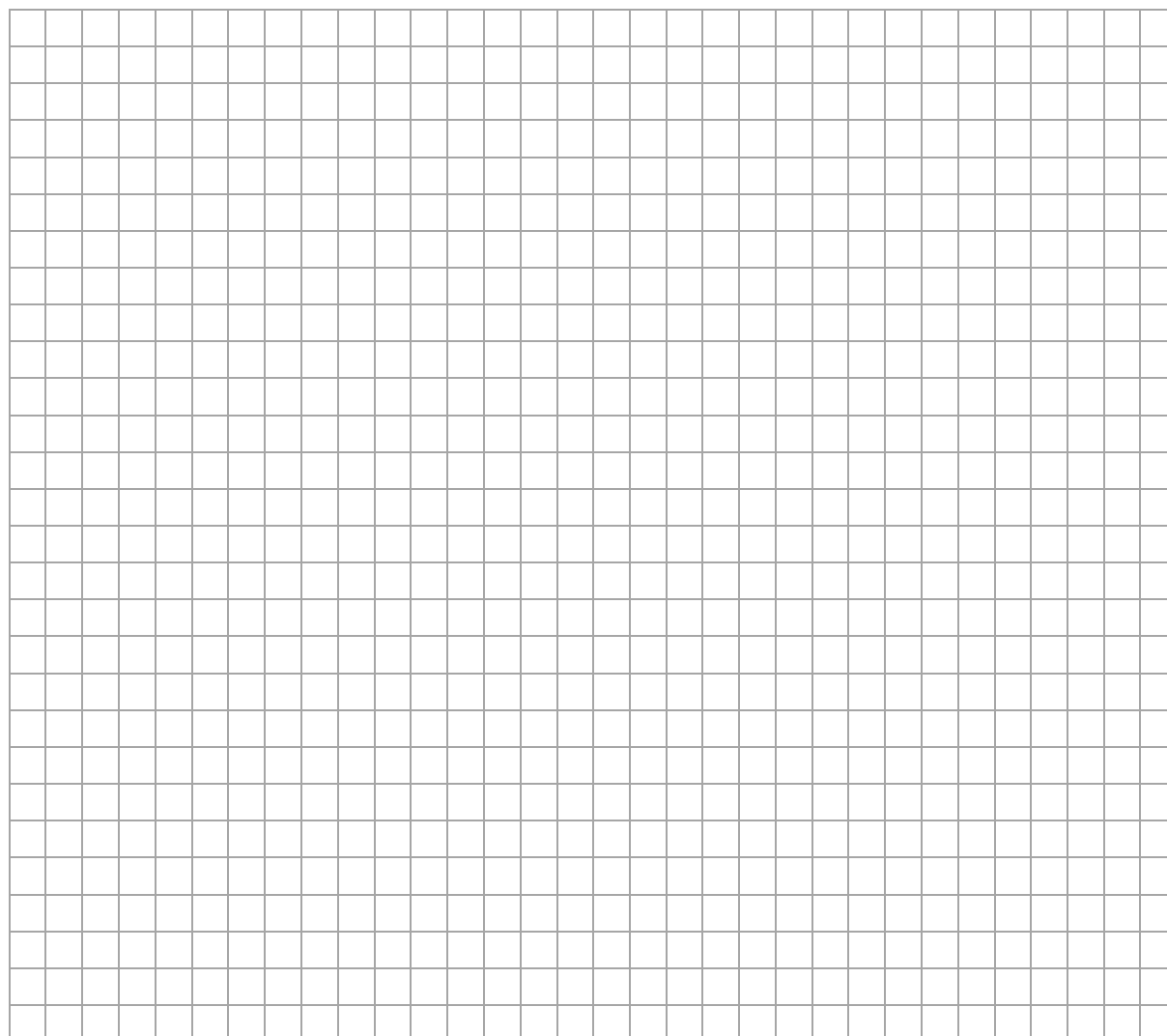
D. 4,91 eV

**Zadanie 12.3. (0–3)**

Atom wodoru, znajdujący się początkowo w stanie podstawowym, pochłoniął kwant światła (foton), w wyniku czego ten atom został zjonizowany.

**Oblicz minimalną częstotliwość światła, które mogło zjonizować atom wodoru w opisany sposób.**

Przyjmij do obliczeń  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  oraz stałą Plancka  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ . Wzór na energię fotonu znajdziesz w *Wybranych wzorach i stałych fizycznych*.



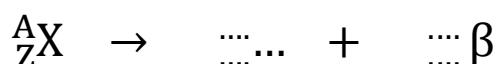
**Zadanie 13. (0–2)**

Jądro pewnego izotopu  ${}^A_ZX$  pierwiastka X może ulegać przemianom  $\alpha$  albo przemianom  $\beta$ . Poniżej przedstawiono dwa niekompletne równania reakcji przemian  $\alpha$  oraz  $\beta$  tego jądra.

1. Reakcja przemiany  $\alpha$  jądra  ${}^A_ZX$ .



2. Reakcja przemiany  $\beta$  jądra  ${}^A_ZX$ .

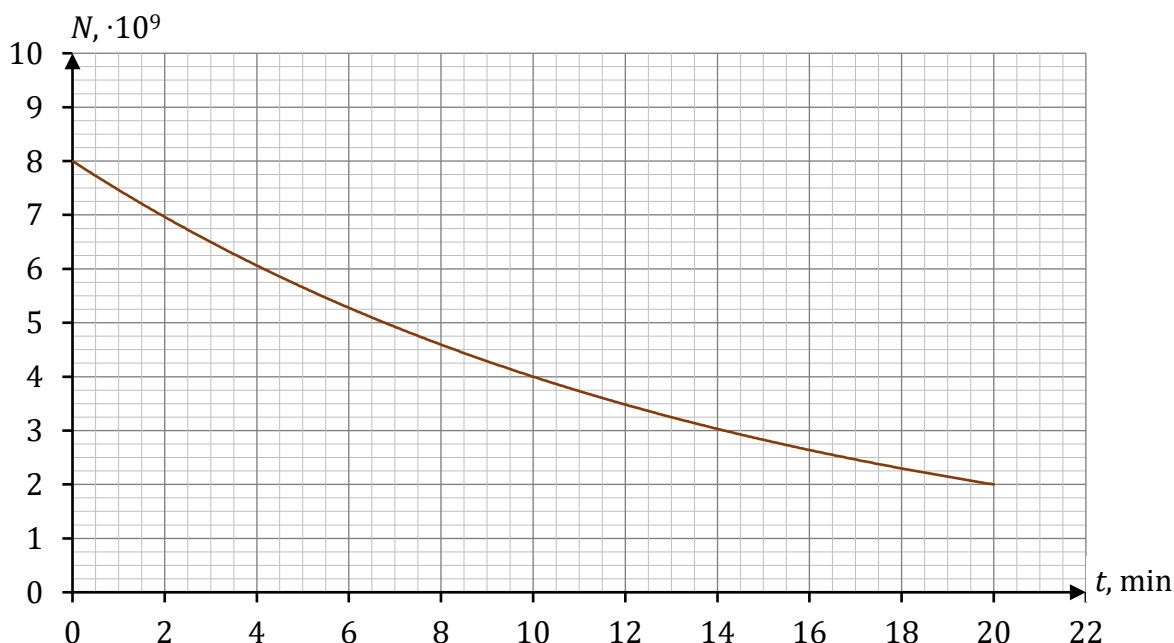


Uzupełnij dwa powyższe równania reakcji jądrowych. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe, liczby masowe oraz brakujący symbol produktu przemiany. Jeżeli w wyniku przemiany powstaje jądro izotopu tego samego pierwiastka, to oznacz je jako X, a jeżeli w wyniku przemiany powstaje jądro innego pierwiastka, to oznacz je jako Y.

**Zadanie 14.**

Pewien izotop  ${}^AX$  pierwiastka X ulega przemianie promieniotwórczej. Badano próbkę zawierającą jądra tego izotopu. Na wykresie poniżej przedstawiono zależność  $N(t)$  – liczby jąder  ${}^AX$  pozostających w próbce od czasu. W chwili początkowej  $t_0 = 0$  liczba jąder  ${}^AX$  w badanej próbce wynosiła około  $8 \cdot 10^9$ .

Wykres



**Zadanie 14.1. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowanym miejscu.**

Czas połowicznego rozpadu izotopu  ${}^A\text{X}$  wynosi ..... minut.

**Zadanie 14.2. (0–1)**

**Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.**

Liczba jąder, które uległy przemianie od chwili  $t = 10$  min do chwili  $t = 14$  min, wynosi około

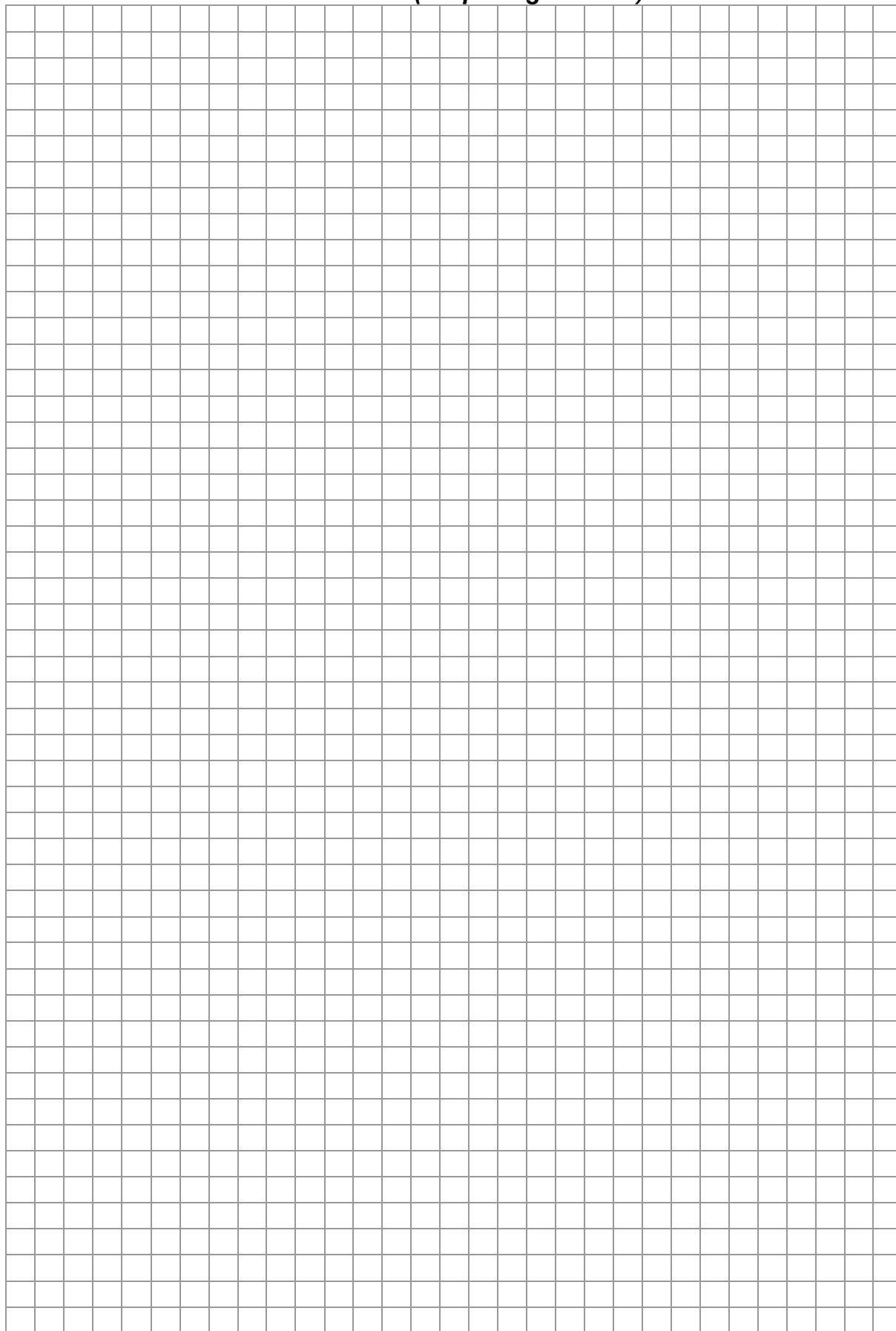
A.  $10^9$

B.  $3 \cdot 10^9$

C.  $4 \cdot 10^9$

D.  $7 \cdot 10^9$

**BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)**



**ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ**

*Uwaga: Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.*

**Zadanie 1.1. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów [...] diagramów lub [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...]; II.5) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; II.6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał; II.9) rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A2

**Zadanie 1.2. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: II.2) posługuje się do opisu ruchów wielkościami wektorowymi: przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie wraz z ich jednostkami; II.3) opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmienne, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości oraz drogi od czasu.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 1.3. (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.14) przeprowadza obliczenia [...]; II.5) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; II.6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał; II.7) rozróżnia opory ruchu (opory ośrodka i tarcie); omawia rolę tarcia na wybranych przykładach.

**Zasady oceniania**

- 3 pkt – poprawna metoda obliczenia wartości siły reakcji ścianki oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
- 2 pkt – zapisanie (lub wyprowadzenie) równania  $ma = F_r + F_t$  oraz wyrażenie wartości siły tarcia jako  $F_t = 0,1mg$ , oraz poprawne podstawienie wartości liczbowych.
- 1 pkt – zapisanie drugiej zasady dynamiki (w układzie inercyjnym) jako związku między siłą wypadkową (z sił rzeczywistych), masą  $a$  przyśpieszeniem, łącznie z prawidłowo określoną siłą wypadkową (wystarczy zapis  $ma = F_r + F_t$  albo zapisy równoważne)  
 LUB  
 – zapisanie w układzie nieinercyjnym równowagi: siły wypadkowej (z sił rzeczywistych) oraz siły bezwładności (siły pozornej), łącznie z prawidłowo określoną siłą wypadkową sił rzeczywistych (wystarczy zapis  $F_b = F_r + F_t$  albo zapisy równoważne)  
 LUB  
 – poprawne obliczenie wartości siły wypadkowej:  $ma = F_w = 30 \text{ N}$ .
- 0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązanie**

Paczka porusza się względem ziemi z przyśpieszeniem  $a$  takim, jakie ma samochód (ponieważ względem samochodu jest nieruchoma). Zapiszemy równanie w układzie inercyjnym wynikające z drugiej zasady dynamiki:

$$ma = F_w$$

gdzie  $F_w$  jest siłą wypadkową sił rzeczywistych działających na paczkę. Sprawdźmy, czy siła tarcia między paczką a podłogą – w przypadku braku poślizgu – może nadać paczce przyśpieszenie  $1,5 \text{ m/s}^2$  względem ziemi:

$$ma = F_w = 20 \text{ kg} \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 30 \text{ N} \quad F_t = 0,1mg = 0,1 \cdot 20 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20 \text{ N}$$

Ponieważ  $F_w < F_t$ , to na paczkę musi działać dodatkowa siła – siła reakcji ścianki. Zatem:

$$ma = F_t + F_r$$

$$F_r = ma - F_t$$

$$F_r = 30 \text{ N} - 20 \text{ N} = 10 \text{ N}$$



**Zadanie 2.1. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; III.1) posługuje się prawem powszechnego ciężenia do opisu oddziaływania grawitacyjnego [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

D

**Zadanie 2.2. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; III.2) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; [...] omawia ruch satelitów wokół Ziemi.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

FP

**Zadanie 2.3. (0–2)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.14) przeprowadza obliczenia [...]; I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; III.2) wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej; oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu prędkości  $\frac{v_A}{v_B}$  oraz prawidłowy wynik liczbowy.

1 pkt – zastosowanie wzoru na prędkość orbitalną dla każdego z satelitów oraz wykorzystanie związku między promieniami orbit tych satelitów:  $r_A = 4r_B$ .

LUB

– zapisanie relacji identyfikującej siłę grawitacji jako siłę dośrodkową (lub przyspieszenie dośrodkowe jako przyspieszenie grawitacyjne / natężenie pola grawitacyjnego), uwzględnienie wzorów na te siły oraz wykorzystanie związku między promieniami orbit obu satelitów:  $r_A = 4r_B$ .

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązania****Sposób 1. (z wykorzystaniem wzorów na siłę grawitacji i siłę dośrodkową)**

Siła grawitacji działająca na każdy z satelitów  $S_A$  i  $S_B$  pełni rolę siły dośrodkowej, zatem:

$$\frac{mv_A^2}{r_A} = \frac{GM_Z m}{r_A^2} \quad \text{oraz} \quad \frac{mv_B^2}{r_B} = \frac{GM_Z m}{r_B^2}$$

Po przekształceniach otrzymujemy:

$$v_A^2 = \frac{GM_Z}{r_A} \quad \text{oraz} \quad v_B^2 = \frac{GM_Z}{r_B}$$

$$\frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{GM_Z}{r_A} \cdot \frac{r_B}{GM_Z} = \frac{r_B}{r_A}$$

Iloraz długości promieni odczytujemy z rysunku:  $\frac{r_B}{r_A} = \frac{1}{4}$ . Obliczymy iloraz wartości prędkości:

$$\frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{2}$$

**Sposób 2.** (z wykorzystaniem wzoru na prędkość orbitalną)

Zapiszemy wzory na wartość prędkości orbitalnej satelity  $S_A$  oraz satelity  $S_B$ :

$$v_A = \sqrt{\frac{GM_Z}{r_A}} \quad \text{oraz} \quad v_B = \sqrt{\frac{GM_Z}{r_B}}$$

Wyznamy iloraz prędkości orbitalnych:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}}$$

Iloraz długości promieni odczytujemy z rysunku:  $\frac{r_B}{r_A} = \frac{1}{4}$ . Obliczymy iloraz wartości prędkości:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2}$$

**Zadanie 3. (0–2)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.6) tworzy [...] rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu [...]; I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; IX.5) opisuje zjawiska jednoczesnego odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne narysowanie biegu promienia przez obie granice ośrodków (z uwzględnieniem promieni załamanych i odbitych) – czyli z zachowaniem właściwych relacji między kątami padania, załamania i odbicia na obu granicach  $P_L$  i  $P_P$ .

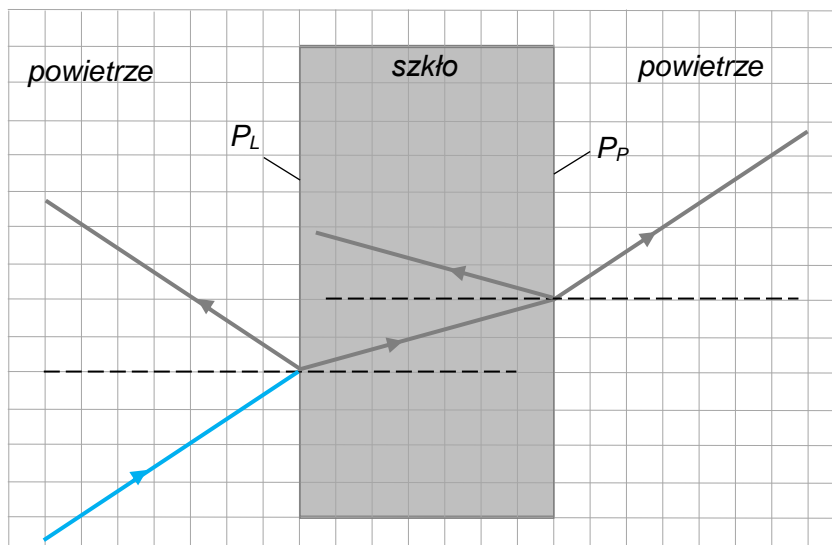
1 pkt – poprawne narysowanie biegu części promienia przez obie granice ośrodków – bez uwzględnienia promieni odbitych od granic  $P_L$  i  $P_P$  – czyli z zachowaniem właściwych relacji między kątami padania i załamania na obu granicach

**LUB**

– poprawne narysowanie biegu promienia tylko przez granicę  $P_L$  – z uwzględnieniem promienia odbitego – czyli z zachowaniem właściwych relacji między kątami padania, załamania i odbicia na granicy  $P_L$ .

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

## Przykładowe rozwiązanie



## Zadanie 4.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; IX.5) [...] opisuje działanie światłowodu jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.

## Zasady oceniania

1 pkt – rozwiązanie poprawne.

0 pkt – rozwiązanie niepełne lub niepoprawne albo brak rozwiązania.

## Rozwiązanie

Spośród promieni P1, P2, P3 i P4, wpadających do światłowodu, na końcu światłowodu wyjdą

– bez widocznych strat energii – promienie ..... **P1, P2** ..

**Zadanie 4.2. (0–2)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; I.2) posługuje się [...] kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; II.3) opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne [...], posługując się zależnościami [...] drogi od czasu; IX.6) [...] opisuje światło jako falę elektromagnetyczną [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawna metoda obliczenia najkrótszego czasu przejścia światła przez światłowód oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – zastosowanie związku między drogą, czasem a prędkością w ruchu jednostajnym prostoliniowym oraz prawidłowa metoda obliczenia wartości prędkości światła w materiale światłowodu (tzn. zapisanie:  $v = 0,8 \cdot 3 \cdot 10^8$  m/s).

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązanie**

Czas przejścia sygnału przez światłowód jest najkrótszy w sytuacji (wyidealizowanej), gdy światłowód jest ułożony wzdłuż linii prostej, a światło wewnątrz niego rozchodzi się wzdłuż linii równoległej do tego światłowodu (tzn. bez całkowitych odbić wewnętrznych). Wtedy czas  $\tau$  przejścia światła przez światłowód obliczymy ze wzoru na prędkość w ruchu jednostajnym prostoliniowym:

$$v = \frac{s}{\tau}$$

gdzie  $v$  jest wartością prędkości światła w materiale światłowodu,  $s$  jest długością światłowodu. Podstawimy dane z treści zadania oraz z *Wybranych wzorów fizycznych* i wykonamy obliczenia:

$$0,8 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{10^4 \text{ m}}{\tau} \quad \rightarrow \quad \tau = 0,4166 \dots \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\tau \approx 4,17 \cdot 10^{-5} \text{ s} \approx 42 \mu\text{s}$$

**Zadanie 5.1. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p>	<p>Zdający:</p> <p>IX.4) analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala; podaje przykłady występowania tego zjawiska.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

AF

**Zadanie 5.2. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...];</p> <p>IX.1) opisuje rozchodzenie się [...] dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych;</p> <p>IX.4) analizuje efekt Dopplera dla fal w przypadku, gdy źródło lub obserwator poruszają się znacznie wolniej niż fala; podaje przykłady występowania tego zjawiska.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C1

**Zadanie 6.1. (0–2)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] wykresów [...] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>V.2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy.</p>

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne wpisanie słów i wartości liczbowych w dwóch zdaniach.

1 pkt – poprawne wpisanie słowa i wartości liczbowej w jednym zdaniu.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Rozwiązanie**

- Ciepło, które woda oddała w przedstawionym procesie przy ochłodzeniu od 100 °C do 80 °C, zostało wykorzystane do .....*ogrzania*..... lodu od ~~-40~~ °C do ....0.... °C.
- Ciepło, które woda oddała w przedstawionym procesie przy ochłodzeniu od 80 °C do 0 °C, było równe ....*80*.... kcal i zostało wykorzystane do .....*stopienia*..... lodu.

**Zadanie 6.2. (0–3)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] wykresów [...] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>V.3) posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;</p> <p>V.4) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.</p>

**Zasady oceniania**

- 3 pkt – poprawna metoda obliczenia masy lodu oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.  
 2 pkt – poprawne zapisanie bilansu wymienionego ciepła między wodą a lodem, łącznie z poprawnym uwzględnieniem związków między wymienionymi ciepłami a ciepłem właściwym wody, ciepłem właściwym lodu i ciepłem topnienia lodu, oraz prawidłowe określenie zmian temperatur wody i lodu.  
 1 pkt – poprawne zapisanie bilansu wymienionego ciepła między wodą a lodem (bez użycia wzorów na te ciepła):  $Q_{\text{orzanie lodu}} + Q_{\text{stopienie lodu}} = Q_{\text{chłodzenie wody}}$  lub zapisy równoważne.  
 0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązanie**

Układ woda – lód nie wymienia ciepła z otoczeniem, nie jest wykonana praca nad tym układem, układ nie wykonuje pracy – zatem zmiana energii wewnętrznej całego układu jest równa zero:

$$\Delta U_{\text{układu}} = 0$$

Z drugiej strony, zmiana energii wewnętrznej układu jest równa sumie zmian energii wewnętrznej jego składników, zatem:

$$\Delta U_{\text{wody}} + \Delta U_{\text{lodu}} = 0 \rightarrow \Delta U_{\text{lodu}} = -\Delta U_{\text{wody}}$$

Zmiana energii wewnętrznej lodu i wody następuje wskutek wymiany ciepła między wodą (która oddaje ciepło) i lodem (który pobiera ciepło). Ponadto ciepło oddane przez wodę jest wykorzystane do ogrzania i stopienia lodu, zatem

$$Q_{\text{orzanie lodu}} + Q_{\text{stopienie lodu}} = Q_{\text{chłodzenie wody}}$$

Wykorzystamy pojęcie ciepła właściwego oraz pojęcie ciepła przemiany fazowej w powyższym bilansie ciepłym:

$$m_{\text{lodu}} \cdot L + m_{\text{lodu}} \cdot c_{\text{lodu}} \cdot |\Delta T_{\text{lodu}}| = m_{\text{wody}} \cdot c_{\text{wody}} \cdot |\Delta T_{\text{wody}}|$$

Podstawimy dane liczbowe z treści zadania oraz dane odczytane z wykresu:

$$m_{\text{lodu}} \cdot 80 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} + m_{\text{lodu}} \cdot 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 40 \text{ K} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 100 \text{ K}$$

$$m_{\text{lodu}} \cdot 100 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 100 \text{ kcal}$$

$$m_{\text{lodu}} = 1 \text{ kg}$$

**Zadanie 7. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: V.9) [Szkoła podstawowa] rozróżnia i nazywa zmiany stanów skupienia; analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczenie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury.



**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

PP

**Zadanie 8.1. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: V.1) opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy; V.2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C2

**Zadanie 8.2. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.  I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów; [...] wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; I.15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu; V.1) opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

PF

**Zadanie 9.1. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...];</p> <p>VI.4) opisuje jakościowo rozkład ładunków w przewodnikach [...];</p> <p>VI.2) [Szkoła podstawowa] opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych;</p> <p>II.6) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 9.2. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...];</p> <p>VI.1) [Szkoła podstawowa] opisuje sposoby elektryzowania ciał przez potarcie i dotyk; wskazuje, że zjawiska te polegają na przemieszczaniu elektronów.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A1

**Zadanie 10.1. (0–1)**

<b>Wymagania ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...];</p> <p>VIII.3) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy [...];</p> <p>VIII. 5) opisuje zasadę działania transformatora oraz podaje przykłady jego zastosowania.</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

AD

**Zadanie 10.2. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
<p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p>	<p>Zdający:</p> <p>I.7) wyodrębnia z [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...];</p> <p>I.15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;</p> <p>VIII.3) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy [...].</p>

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

FP

**Zadanie 11. (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; VII.1) posługuje się pojęciami natężenia prądu elektrycznego, napięcia elektrycznego [...] wraz z ich jednostkami; VII.12) [Szkoła podstawowa] posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako własnością przewodnika; stosuje do obliczeń związek między napięciem a natężeniem prądu i oporem; posługuje się jednostką oporu; VII.4) stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku.

**Zasady oceniania**

3 pkt – poprawna metoda obliczenia natężenia prądu  $I_3$  oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 pkt – zapisanie I prawa Kirchhoffa:  $I_3 = I_1 + I_2$  oraz przyrównanie napięć na obu opornikach, łącznie z wykorzystaniem związku między napięciem a natężeniem prądu i oporem (wystarczy zapis  $I_1 R_1 = I_2 R_2$  albo zapisy równoważne).

1 pkt – zapisanie I prawa Kirchhoffa:  $I_3 = I_1 + I_2$  oraz przyrównanie napięć na obu opornikach:

$$U_1 = U_2$$

LUB

– przyrównanie napięć na obu opornikach oraz skorzystanie ze związku między napięciem a natężeniem prądu i oporem (wystarczy zapis  $I_1 R_1 = I_2 R_2$  albo zapisy równoważne).

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązanie**

Zgodnie z I prawem Kirchhoffa natężenie prądu  $I_3$  jest równe:

$$I_3 = I_1 + I_2$$

Obliczymy natężenie prądu  $I_2$ . Wykorzystamy fakt, że napięcia na obu opornikach są sobie równe oraz związek między napięciem, natężeniem prądu a oporem:

$$U_1 = U_2$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{R_1}{R_2} I_1$$

$$I_2 = \frac{20 \Omega}{40 \Omega} \cdot 0,5 \text{ A} = 0,25 \text{ A}$$

Obliczymy natężenie prądu  $I_3$ :

$$I_3 = 0,5 \text{ A} + 0,25 \text{ A} = 0,75 \text{ A}$$

**Zadanie 12.1. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; X.2) opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii; X.4) interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła; rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

1. Spośród przedstawionych przejść największą energię ma foton emitowany podczas przejścia .....  $4 \rightarrow 1$  .....
2. Spośród przedstawionych przejść najmniejszą częstotliwość ma foton emitowany podczas przejścia .....  $4 \rightarrow 3$  .....

**Zadanie 12.2. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, [...] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; X.4) interpretuje linie widmowe jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomach z emisją lub absorpcją kwantu światła; rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu; III.5) [Szkoła podstawowa] wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 12.3. (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.2) posługuje się [...] kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych; X.4) [...] rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone atomu; X.5) opisuje zjawiska jonizacji [...] jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej; III.5) [Szkola podstawowa] wykorzystuje zasadę zachowania energii do opisu zjawisk [...].

**Zasady oceniania**

3 pkt – poprawna metoda obliczenia częstotliwości światła jonizującego atom wodoru oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 pkt – zapisanie, że energia fotonu jonizującego atom wodoru musi być równa (lub większa od) energii stanu podstawowego atomu wodoru, oraz zidentyfikowanie tej wartości, oraz skorzystanie ze wzoru Plancka wiążącego energię fotonu z częstotliwością światła (wystarczy zapis  $hf > 13,6 \text{ eV}$ ).1 pkt – zapisanie, że energia fotonu jonizującego atom wodoru musi być równa (lub większa od) wartości bezwzględnej energii stanu podstawowego atomu wodoru, oraz zidentyfikowanie tej wartości jako 13,6 eV (np. wystarczy zapis  $E_{fot} = 13,6 \text{ eV}$  lub zapisy  $E_{fot} \geq -E_1$      $E_1 = -13,6 \text{ eV}$ ).

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązanie**

Energia fotonu jonizującego atom wodoru w stanie podstawowym musi być większa lub równa różnicy najmniejszej energii elektronu swobodnego i energii elektronu w stanie podstawowym:

$$E_{fot} \geq 0 - E_1 \quad \text{gdzie} \quad E_1 = -13,6 \text{ eV}$$

Zastosujemy wzór Plancka na energię fotonu i obliczymy minimalną częstotliwość, jaką musi mieć foton jonizujący atom wodoru:

$$E_{fot} = hf \quad \text{gdzie} \quad h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$hf \geq 13,6 \text{ eV}$$

$$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot f \geq 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$f \geq 3,28 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{s}}$$

Minimalna częstotliwość światła jonizującego atom wodoru jest równa (w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących):

$$f \approx 3,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

### Zadanie 13. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: XI.1) posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron do opisu składu materii; opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej; XI.2) zapisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku; XI.3) [...] opisuje rozpady alfa, beta.

### Zasady oceniania

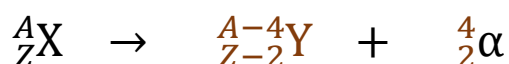
2 pkt – poprawne uzupełnienie równań obu reakcji.

1 pkt – poprawne uzupełnienie równania jednej reakcji.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Rozwiązanie

1. Reakcja przemiany  $\alpha$  jądra  ${}^A_ZX$ .



2. Reakcja przemiany  $\beta$  jądra  ${}^A_ZX$ .



### Zadanie 14.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z [...] wykresów [...] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu [...]; XI.5) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu.

**Zasady oceniania**

1 pkt – wpisanie poprawnej wartości liczbowej.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Czas połowicznego rozpadu izotopu  ${}^A\text{X}$  wynosi około .....**10**..... minut.

**Zadanie 14.2. (0–1)**

<b>Wymaganie ogólne</b>	<b>Wymagania szczegółowe</b>
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z [...] wykresów [...] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; XI.5) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu.

**Zasady oceniania**

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

A