

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*miejsce
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM ROZSZERZONY

18 MAJA 2020

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 19 stron (zadania 1–11). 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. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora prostego.
8. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

**Godzina rozpoczęcia:
9:00**

**Czas pracy:
150 minut**

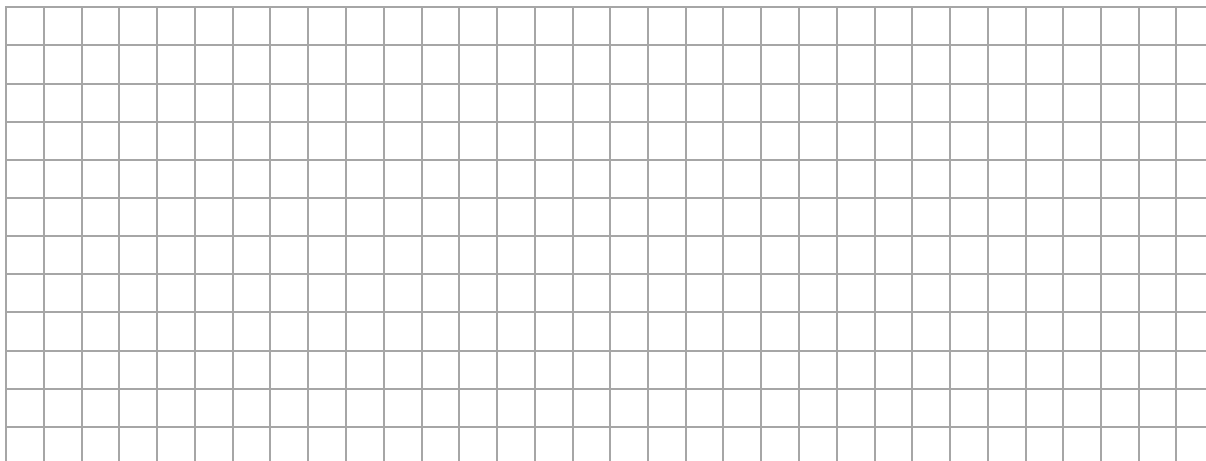
**Liczba punktów
do uzyskania: 60**



Zadanie 1.3. (2 pkt)

Zgodnie z założeniami dla modelu zjawiska, opisanymi w treści zadania 1., można wykazać, że wartość a przyśpieszenia w ruchu jednostajnie opóźnionym krążka nie będzie zależała od jego masy m , a jedynie będzie zależna od wartości przyśpieszenia ziemskiego g i od współczynnika tarcia kinetycznego μ .

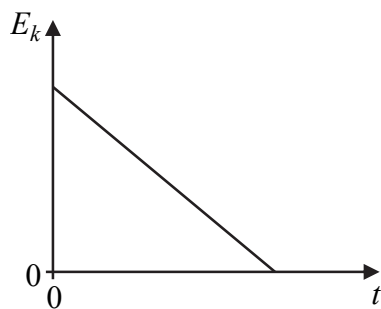
Wykaż, że wartość a przyśpieszenia krążka nie zależy od jego masy m . W tym celu wyprowadź wzór pozwalający wyznaczyć a tylko za pomocą μ i g .



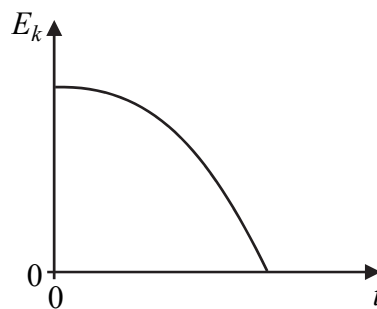
Zadanie 1.4. (1 pkt)

Spośród rysunków A–D wybierz i zaznacz rysunek z wykresem prawidłowo przedstawiającym zależność energii kinetycznej E_k od czasu t ruchu krążka po lodzie.

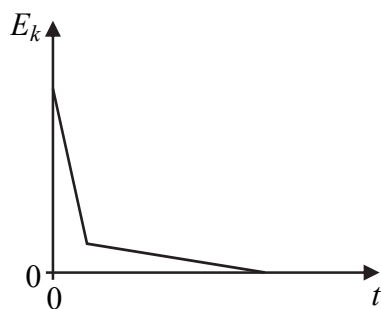
Osie na wykresach wyskalowano liniowo, a krzywe na rysunkach B, D są fragmentami parabol.



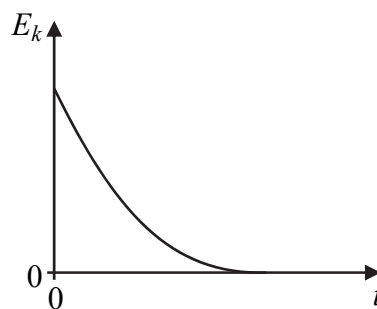
A.



B.



C.



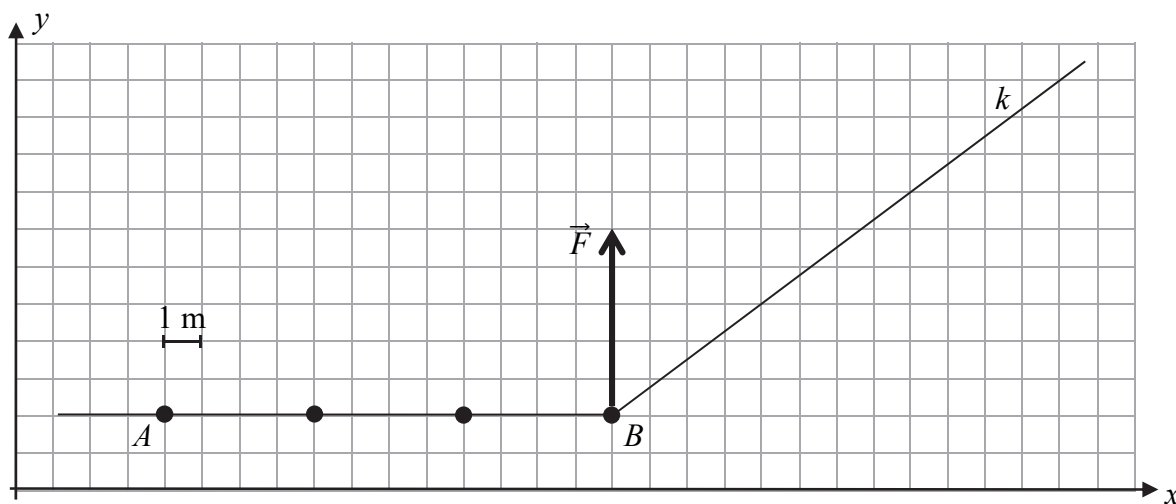
D.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.
	Maks. liczba pkt	2	2	2	1
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 2.

Ciało, które potraktujemy jako punkt materialny, początkowo poruszało się ruchem jednostajnym wzdłuż prostej AB w układzie inercyjnym. Gdy ciało znalazło się w punkcie B , zostało uderzone. Na skutek zadziałania siły \vec{F} w punkcie B nastąpiła zmiana pędu ciała – po uderzeniu ciało poruszało się ruchem jednostajnym wzdłuż prostej k z inną wartością prędkości niż przed uderzeniem.

Na poniższym rysunku zilustrowano fragment toru ruchu ciała w układzie współrzędnych (x, y) . Ponadto na fragmencie prostej AB przedstawiono położenia ciała w czterech wybranych chwilach, pomiędzy którymi upływał jednakowy odstęp czasu $\Delta t = 1$ s. Analogicznych położzeń ciała wzdłuż fragmentu prostej k nie przedstawiono. Narysowano wektor siły \vec{F} , która zadziałała w punkcie B . Długość każdego boku kratki na rysunku odpowiada rzeczywistej długości 1 m.



Do dalszej analizy opisanego ruchu przyjmij, że:

- czas działania siły \vec{F} był na tyle krótki, że na rysunku pominięto zakrzywioną część toru ruchu od punktu B , gdy na ciało działała siła
- siła \vec{F} była stała.

Zadanie 2.1. (1 pkt)

Na powyższym rysunku, na fragmencie prostej k , narysuj: położenie ciała w chwili $t_1 = 1$ s oraz położenie ciała w chwili $t_2 = 2$ s, licząc czas od momentu, gdy ciało znalazło się w punkcie B .

Zadanie 2.2. (2 pkt)

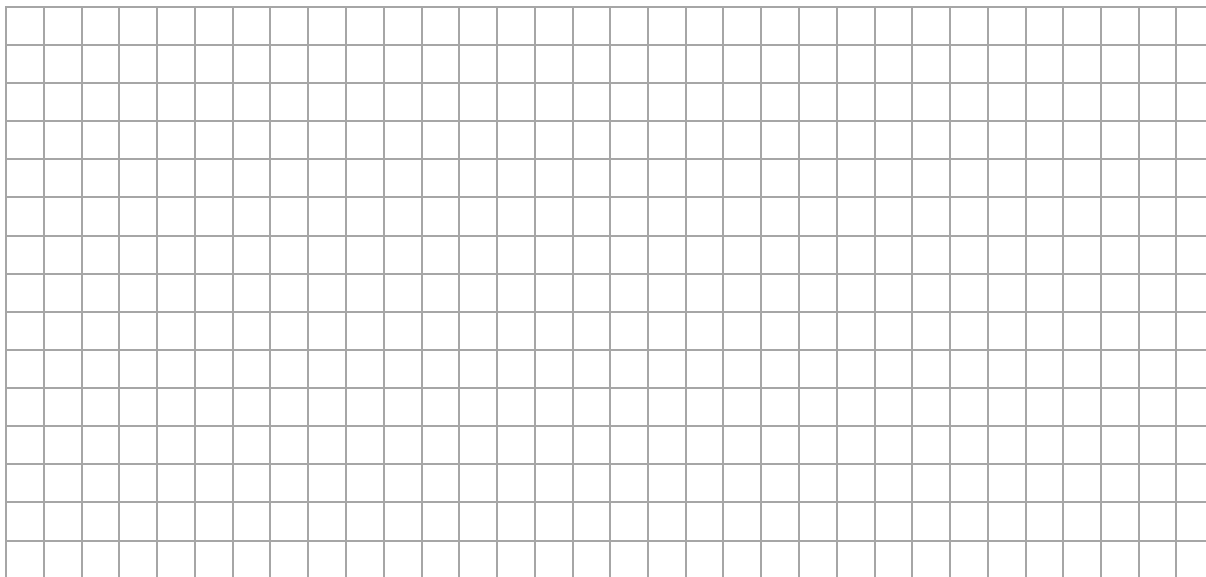
Oblicz wartość v_k prędkości, z jaką ciało poruszało się wzdłuż prostej k po uderzeniu.

Zadanie 2.3. (3 pkt)

Czas działania siły \vec{F} wynosił $\Delta t_B = 0,01$ s. Masa ciała była równa $m = 0,2$ kg.

Oblicz wartość siły \vec{F} .

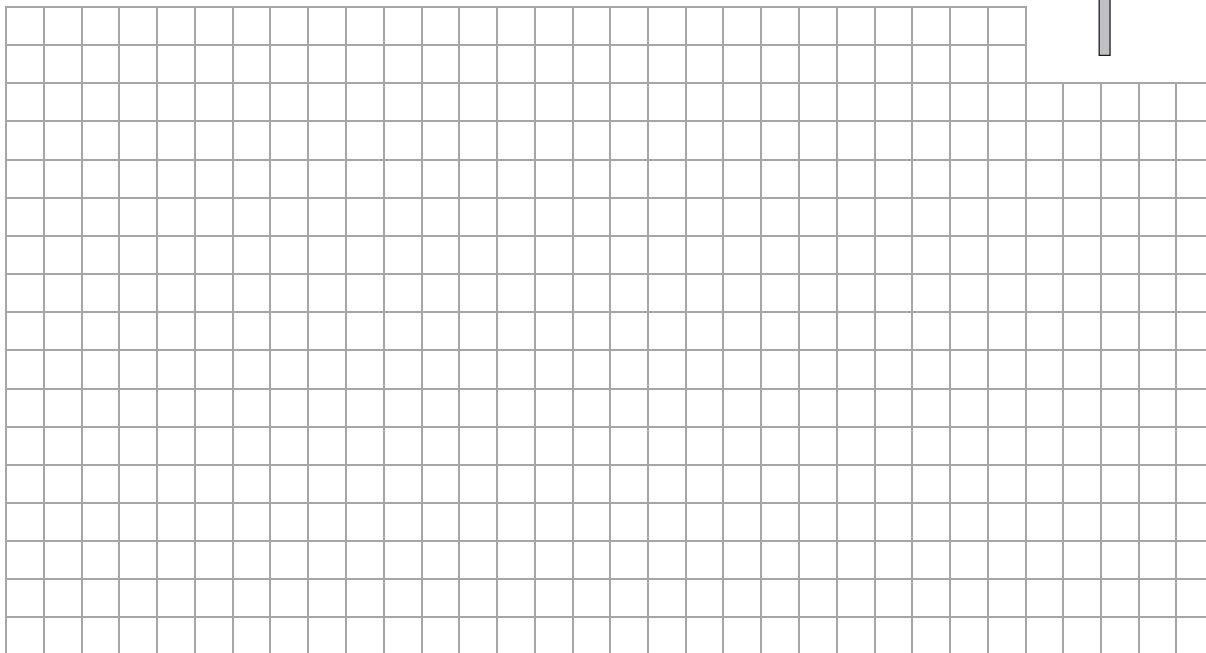
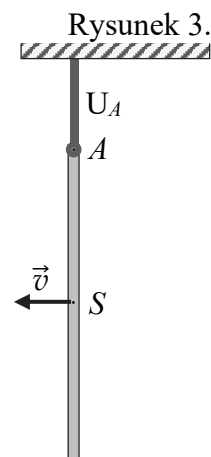
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	2.1.	2.2.	2.3.
	Maks. liczba pkt	1	2	3
	Uzyskana liczba pkt			



Zadanie 3.3. (3 pkt)

W pewnej chwili zwolniono uchwyt U_B i belka rozpoczęła obrót wokół osi przechodzącej przez punkt A . Wartość prędkości punktu S środka masy belki w chwili, gdy przechodziła ona przez położenie pionowe, oznaczmy jako v (zobacz rysunek 3.). Przyjmij, że moment bezwładności belki względem punktu A wyraża się wzorem $I_A = \frac{1}{3} ml^2$. Pomiń opory ruchu.

Wyprowadź i zapisz wzór pozwalający wyznaczyć v tylko za pomocą długości belki l oraz przyspieszenia ziemskiego g .



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.
	Maks. liczba pkt	2	3	3
Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 4.2. (2 pkt)

Oblicz ciepło oddane do chłodnicy w jednym cyklu pracy silnika S_2 .

Zadanie 4.3. (2 pkt)

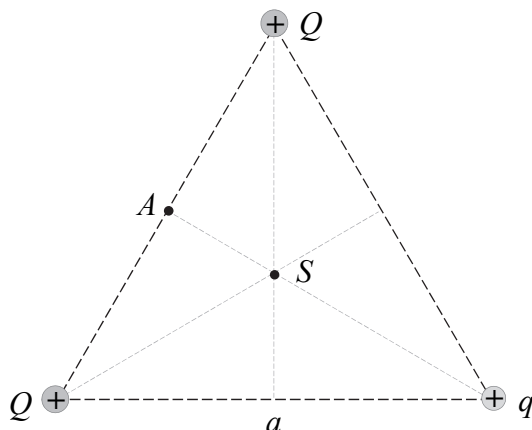
Oblicz sprawność silnika S_2 .

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	4.1.	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	3	2	2
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 7.

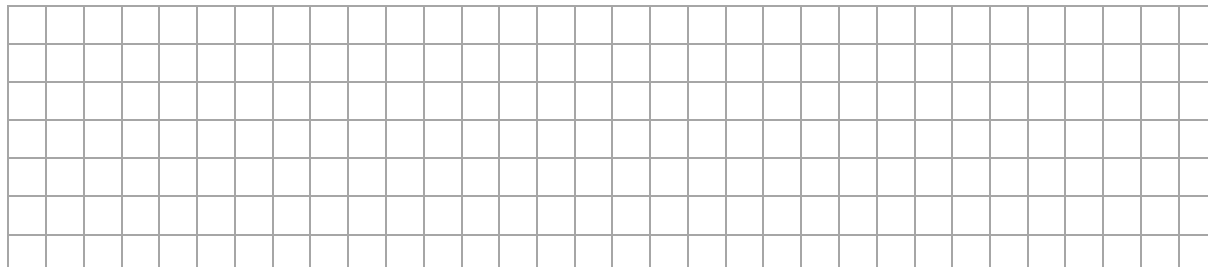
Trzy punktowe ładunki elektryczne dodatnie umieszczono w wierzchołkach trójkąta równobocznego o długości boku a . Wartości ładunków wynoszą: Q , Q , q , przy czym $Q > q$. Punkt A jest środkiem boku łączącego te wierzchołki trójkąta, w których znajdują się jednakowe ładunki Q (zobacz rysunek 1.). Punkt S jest punktem przecięcia się wysokości trójkąta.

Rysunek 1.



Zadanie 7.1. (2 pkt)

Na rysunku 1. narysuj \vec{E}_A – wektor wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie A . Zapisz wzór pozwalający wyznaczyć wartość E_A tego wektora tylko poprzez q , a oraz przez odpowiednie stałe fizyczne.



Zadanie 7.2. (1 pkt)

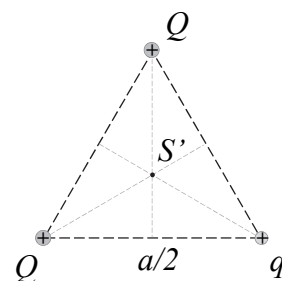
Każdy z boków trójkąta równobocznego zmniejszono dwa razy. W odpowiednich wierzchołkach nowego trójkąta umieszczono te same ładunki co poprzednio (zobacz rysunek 2.). Punkt S' jest punktem przecięcia się wysokości trójkąta.

Zaznacz poprawne dokończenie zdania wybrane spośród A–D.

Wartość wypadkowego natężenia pola elektrycznego w punkcie S' , w sytuacji przedstawionej na rysunku 2., w porównaniu do wartości natężenia pola w punkcie S , w sytuacji przedstawionej na rysunku 1., jest

- A. dwa razy mniejsza.
- B. dwa razy większa.
- C. cztery razy mniejsza.
- D. cztery razy większa.

Rysunek 2.



Zadanie 8.

Obiekt PSR 1257+12 jest gwiazdą neutronową o średnicy kilkunastu kilometrów. Ta gwiazda jest pulsarem milisekundowym, który obraca się wokół osi własnej 160 razy na sekundę. Wokół niego krążą pierwsze odkryte (przez polskiego astronoma Aleksandra Wolszczana) planety poza Układem Słonecznym. Układ składa się z pulsara jako gwiazdy centralnej i trzech planet krążących wokół tego pulsara. Jedną z nich jest planeta o nazwie Draugr, która okrąża pulsar po orbicie kołowej o promieniu $r = 0,19$ au, w czasie $T = 25,3$ doby (ziemskiej).

Masa pulsara jest znacznie większa od masy każdej z okrążających go planet. Pomiń wzajemne oddziaływanie planet. Przyjmij, że $1 \text{ au} = 150 \text{ mln km}$ (au – jednostka astronomiczna).

Zadanie 8.1. (3 pkt)

Oblicz masę pulsara na podstawie informacji dotyczącej ruchu orbitalnego planety Draugr, podanej w treści zadania 8.

Dodatkowe informacje do zadań 8.2. i 8.3.

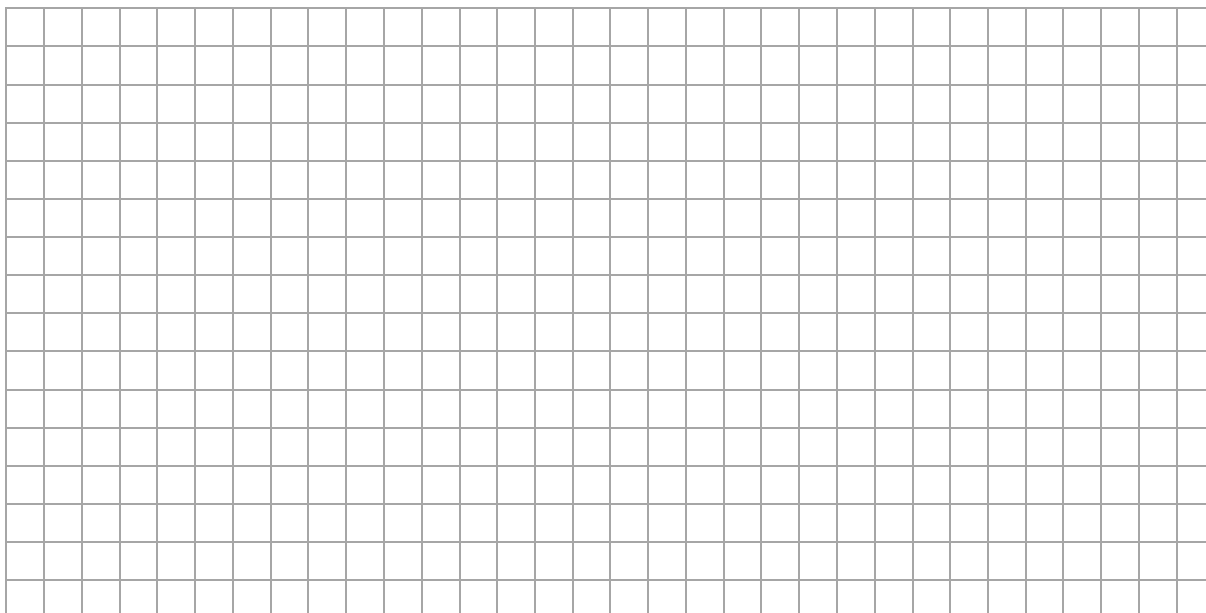
Opisany pulsar powstał w wyniku zapadania się jądra gwiazdy, którego rozmiary były znacznie większe niż obecne rozmiary pulsara. W wyniku zapadania grawitacyjnego promień tego jądra się zmniejszył, a częstotliwość obrotu wzrosła. Obecnie pulsar obraca się wokół własnej osi około 160 razy na sekundę. Do obliczeń przyjmij uproszczony model zjawiska oparty na następujących założeniach dotyczących końcowego etapu zapadania się jądra gwiazdy:

- przyjmij, że masa M jądra gwiazdy się nie zmienia i pomiń ewentualne straty momentu pędu
- przyjmij, że zapadające się jądro gwiazdy jest ciałem o momencie bezwładności równym kMR_t^2 , gdzie R_t jest chwilowym promieniem jądra gwiazdy, a k pozostaje stałe
- pomiń efekty relatywistyczne i wpływ innych obiektów.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	7.1.	7.2.	8.1.
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

Zadanie 8.2. (2 pkt)

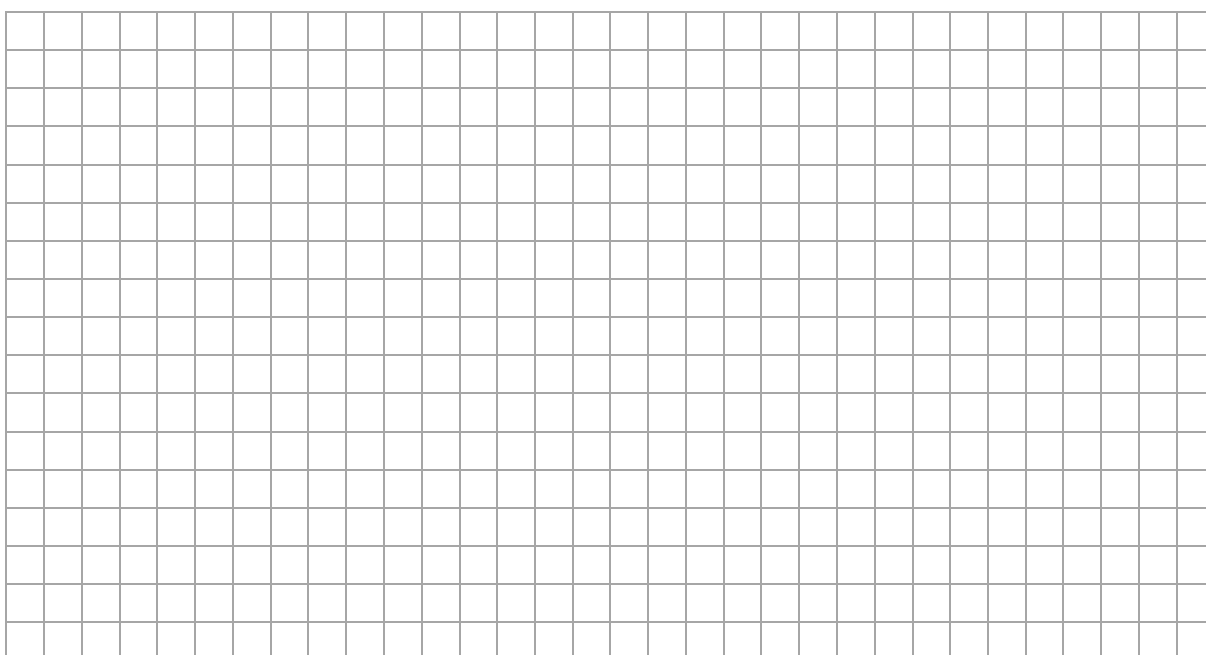
Oblicz częstotliwość obrotu jądra gwiazdy dookoła osi własnej w chwili, gdy miało ono promień 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.



Zadanie 8.3. (2 pkt)

Wyznacz wartość liczbową stosunku E_{kin1} / E_{kin10} – energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili obecnej do energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili, gdy jego promień był 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.

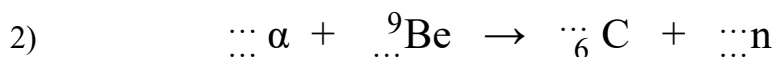
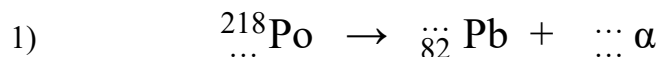
Energię kinetyczną określamy w układzie odniesienia, w którym oś obrotu pulsara jest nieruchoma.



Zadanie 10. (2 pkt)

Do wytwarzania neutronów można wykorzystać próbkę zawierającą polon ^{218}Po oraz beryl ^9Be . Polon ulega przemianie α , dlatego próbka zawierająca ten izotop jest źródłem cząstek α (jąder helu), które następnie uderzają w jądra berylu. W wyniku reakcji cząstki α z jądrem berylu powstają jeden neutron oraz jedno jądro.

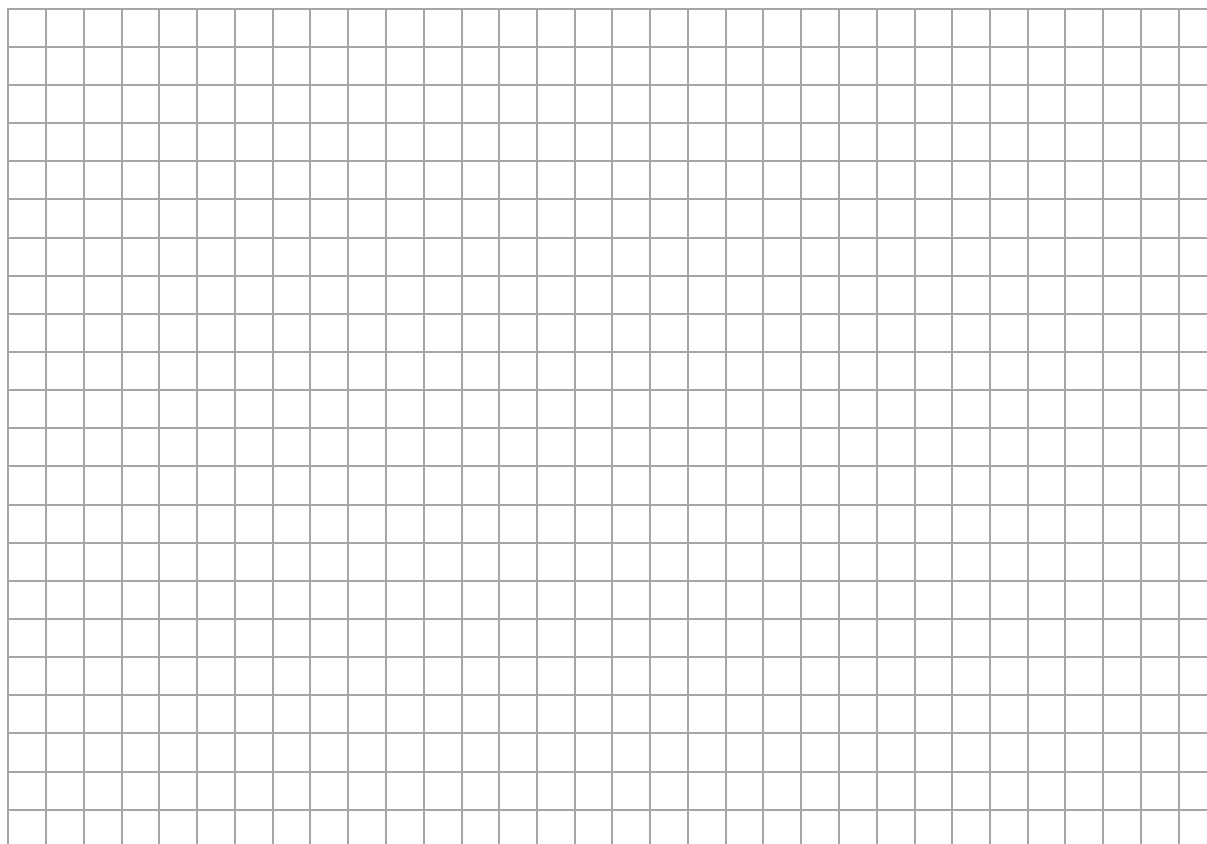
Uzupełnij dwa poniższe równania reakcji opisanych w treści zadania 10. Wpisz w wykropkowane miejsca właściwe liczby atomowe oraz liczby masowe.



Zadanie 11. (3 pkt)

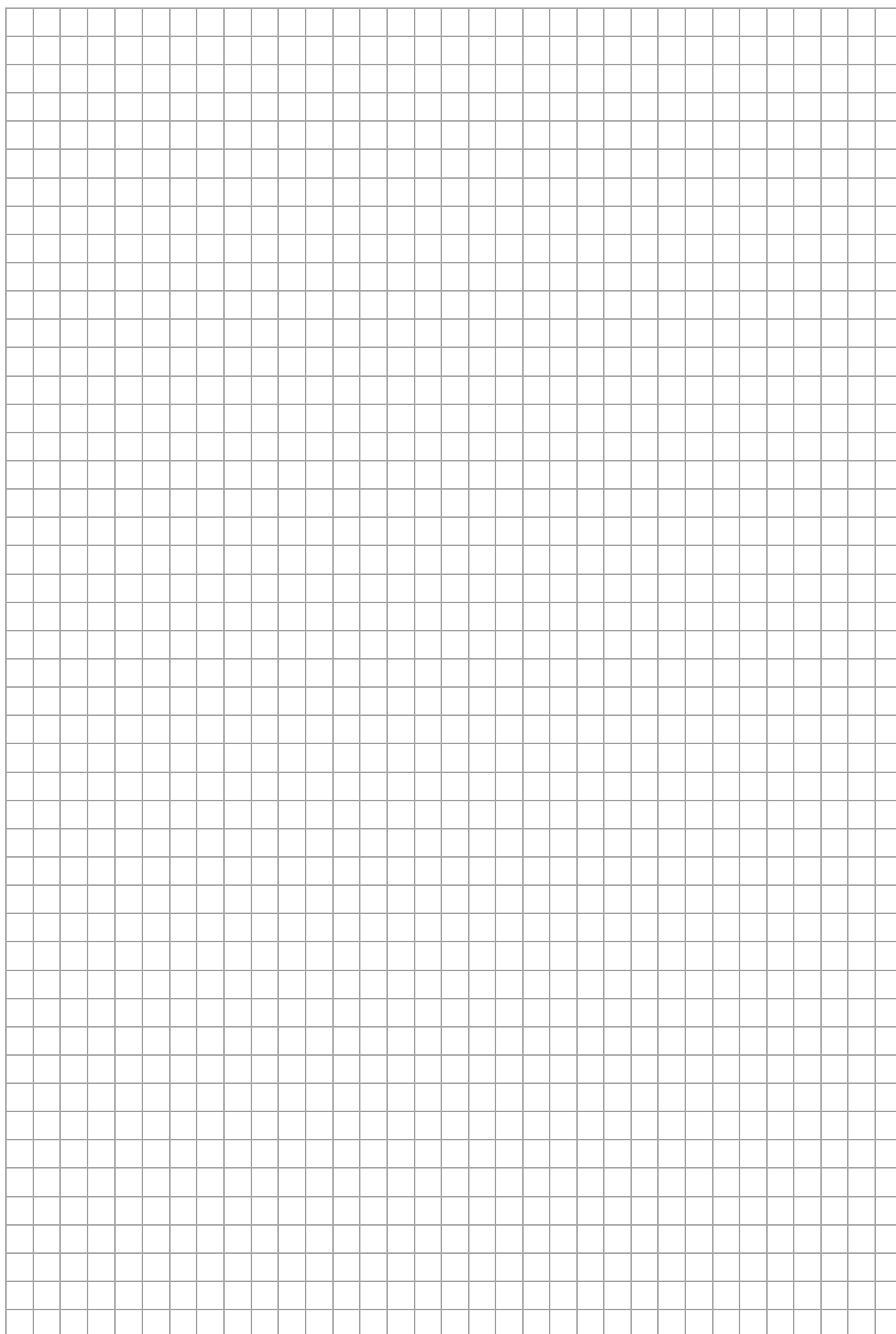
Jądro izotopu radu ^{224}Ra ulega rozpadowi alfa. Naukowcy podczas badania aktywności próbki zawierającej rad ^{224}Ra stwierdzili, że po 11 dobach rozpada się 87,5% początkowej liczby jąder tego radu w próbce.

Wyznacz czas połowicznego rozpadu alfa izotopu radu ^{224}Ra .



Wypełnia egzaminator	Nr zadania	10.	11.
	Maks. liczba pkt	2	3
	Uzyskana liczba pkt		

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)



<i>Rodzaj dokumentu:</i>	Zasady oceniania rozwiązań zadań
<i>Egzamin:</i>	Egzamin maturalny
<i>Przedmiot:</i>	Fizyka i astronomia
<i>Poziom:</i>	Poziom rozszerzony
<i>Forma arkusza:</i>	MFA-R1_1P-202
<i>Termin egzaminu:</i>	Termin główny – czerwiec 2020 r.
<i>Data publikacji dokumentu:</i>	3 sierpnia 2020 r.

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

Zadanie 1.1. (2 pkt)

Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie czasu w ruchu jednostajnie zmiennym (P I.1.1.3).
--------------------------	---

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia czasu ruchu oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – poprawne wykorzystanie związku między prędkością początkową $v_p = v_1$, końcową

$v_k = 0$, czasem t_1 , a drogą s_1 w ruchu jednostajnie opóźnionym (np. $s_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1$)

LUB

– poprawne wykorzystanie równań na $v(t)$, $s(t)$ dla ruchu jednostajnie opóźnionego, z identyfikacją prędkości końcowej $v_k = 0$, umożliwiających wyznaczenie czasu t_1 (np. $0 = v_1 - at_1$ oraz $s_1 = v_1 t_1 - \frac{1}{2} at_1^2$)

LUB

– prawidłowe obliczenie wartości przyspieszenia (np.: $a = v_1^2 / 2s_1 = 3,5 \text{ m/s}^2$)

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zapišemy równania na prędkość i drogę dla ruchu jednostajnie opóźnionego (z prędkością końcową równą zero), wyeliminujemy z nich wartość przyspieszenia i wyznaczmy czas ruchu:

$$0 = v_1 - at_1 \quad s_1 = v_1 t_1 - \frac{1}{2} at_1^2 \quad \rightarrow \quad s_1 = v_1 t_1 - \frac{1}{2} v_1 t_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1$$

$$t_1 = \frac{2s_1}{v_1} \quad \rightarrow \quad t_1 = \frac{2 \cdot 28 \text{ m}}{14 \text{ m/s}} = 4 \text{ s}$$

Zadanie 1.2. (2 pkt)

Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie drogi w ruchu jednostajnie zmiennym (P I.1.1.3).
--------------------------	---

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia drogi hamowania oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – wykorzystanie równania z wyeliminowanym czasem dla ruchu jednostajnie opóźnionego oraz wykorzystanie faktu, że opóźnienie jest takie samo dla obu ruchów (np. zapisanie związków: $v_1^2 = 2as_1$ i $v_2^2 = 2as_2$)

LUB

– uwzględnienie, że czas ruchu za drugim razem jest dwukrotnie mniejszy niż za pierwszym razem, łącznie z wykorzystaniem faktu, że przyspieszenie za drugim razem jest takie jak za pierwszym razem

LUB

- zapisanie związku $v_2^2 = 2as_2$ łącznie z wykorzystaniem przyspieszenia obliczonego w zadaniu 1.1.

LUB

- zapisanie związku między zmianą energii kinetycznej i pracą siły wypadkowej łącznie z zastosowaniem wzoru na energię kinetyczną oraz z wykorzystaniem faktu, że siła tarcia w obu przypadkach jest taka sama.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

Zapišemy równania na prędkość i drogę dla ruchu jednostajnie opóźnionego (z prędkością końcową równą zero) i wyeliminujemy z nich czas:

$$0 = v_p - at \quad s = v_p t - \frac{1}{2} at^2 \quad \rightarrow \quad s_1 = \frac{v_1^2}{2a} \quad s_2 = \frac{v_2^2}{2a}$$

Z ostatnich dwóch równań ułożymy proporcję:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \quad \rightarrow \quad \frac{s_2}{s_1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \rightarrow \quad s_2 = \frac{1}{4} s_1 = 7 \text{ m}$$

Sposób 2.

Zapišemy równania na prędkość dla ruchu jednostajnie opóźnionego (z prędkością końcową równą zero) krążka po pierwszym i drugim uderzeniu:

$$0 = v_1 - at_1 \quad 0 = v_2 - at_2 = \frac{1}{2} v_1 - at_2$$

Z powyższych równań wynika, że:

$$t_2 = \frac{1}{2} t_1$$

Wykorzystamy wzory na drogę (w ruchu jednostajnie opóźnionym do zatrzymania), jaką przebył krążek za pierwszym i drugim razem:

$$s_1 = \frac{1}{2} at_1^2 \quad s_2 = \frac{1}{2} at_2^2 \quad \rightarrow \quad \frac{s_2}{s_1} = \frac{t_2^2}{t_1^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

Zatem:

$$s_2 = \frac{1}{4} s_1 = \frac{28 \text{ m}}{4} = 7 \text{ m}$$

Sposób 3.

Zapišemy związek między zmianą energii kinetycznej i pracą siły wypadkowej, łącznie z zastosowaniem wzoru na energię kinetyczną i z wykorzystaniem faktu, że siła tarcia w obu przypadkach jest taka sama:

$$\frac{1}{2} mv_1^2 = Ts_1 \quad \frac{1}{2} mv_2^2 = Ts_2$$

Zatem:

$$\frac{s_2}{s_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} \quad \rightarrow \quad \frac{s_2}{s_1} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \quad \rightarrow \quad s_2 = \frac{1}{4} s_1 = 7 \text{ m}$$

Zadanie 1.3. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (P I.1.2.2). Analizowanie ruchów ciał z uwzględnieniem sił tarcia (P I.1.2.3).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wyprowadzenie wzoru $a = \mu g$.

1 pkt – zapisanie drugiej zasady dynamiki z identyfikacją siły wypadkowej jako siły tarcia (np.

wystarczy zapis $ma = T$)

LUB

– zapisanie związku między zmianą energii kinetycznej i pracą siły wypadkowej, łącznie z identyfikacją tej pracy jako pracy siły tarcia i zastosowaniem wzoru na energię kinetyczną (np. wystarczy zapis $\frac{1}{2}mv^2 = Ts$ lub $-\frac{1}{2}mv^2 = -Ts$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanieSposób 1.

Wykorzystamy drugą zasadę dynamiki oraz wzór na siłę tarcia kinetycznego. Uwzględnimy fakt, że siła wypadkowa działająca na krążek w ruchu to siła tarcia kinetycznego:

$$ma = T \quad T = \mu Q$$

Z powyższych równań wynika, że:

$$ma = \mu mg \quad \rightarrow \quad a = \mu g$$

Sposób 2.

Zapiszemy związek między zmianą energii kinetycznej i pracą siły wypadkowej, łącznie z identyfikacją tej pracy jako pracy siły tarcia i zastosowaniem wzoru na energię kinetyczną:

$$\begin{aligned} \Delta E_k = W_T & \rightarrow \\ 0 - \frac{1}{2}mv^2 = -Ts & \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Ts \end{aligned}$$

Wykorzystamy wzór na siłę tarcia kinetycznego oraz równanie ruchu jednostajnie opóźnionego z wyeliminowanym czasem:

$$T = \mu mg \quad \frac{v^2}{2} = as$$

Zatem:

$$mas = \mu mgs \quad \rightarrow \quad a = g\mu$$

Zadanie 1.4. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Posługiwanie się pojęciami energii kinetycznej, potencjalnej ciężkości (P 1.1.6.2).
Tworzenie informacji.	Interpretowanie informacji przedstawionych w formie wykresu (III.1)

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 2.1. (1 pkt)

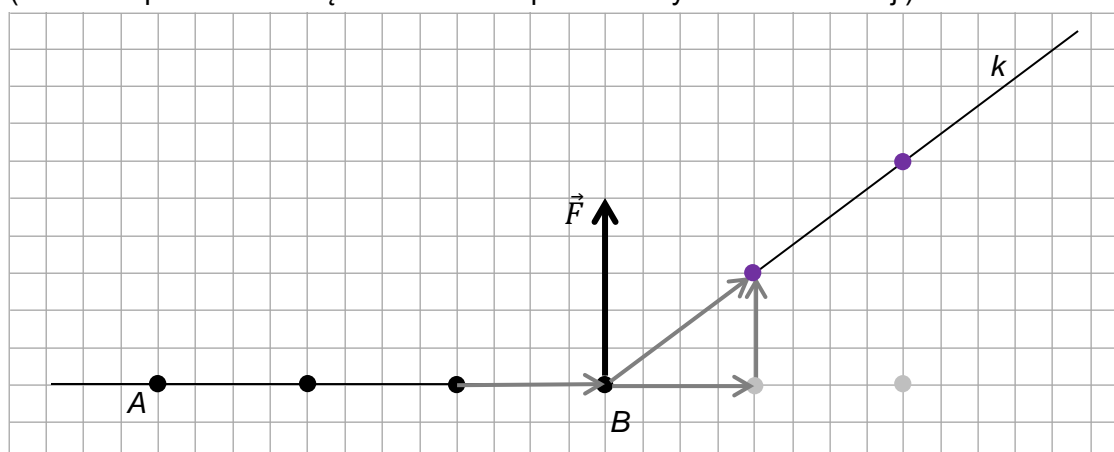
Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady niezależności ruchów do analizy ruchów złożonych (I.1.1.3).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

Zasady oceniania1 pkt – poprawne narysowanie dwóch położeń ciała na prostej k w chwilach t_1 i t_2 .

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

(Szare kropki i strzałki są oznaczeniami pomocniczymi do konstrukcji)

*Komentarz do rozwiązania (nie jest oceniany)***Sposób 1. analizy zagadnienia**Ruch od punktu B jest złożeniem dwóch ruchów: kontynuacji ruchu swobodnego wzdłuż osi x (jakby siła nie zadziałała) i ruchu uzyskanego wzdłuż osi y – po zadziałaniu siły.

Komentarz do rozwiązania (nie jest oceniany)

Sposób 2. analizy zagadnienia

Siła nie zmienia tej składowej prędkości, do której jest prostopadła. Zatem składowa prędkości w kierunku x jest taka sama przed i po uderzeniu. Po uderzeniu prędkość uzyskuje składową wzdłuż kierunku y (w kierunku siły).

Zadanie 2.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Wyznaczanie prędkości wypadkowej (I.1.1.2). Zastosowanie zasady niezależności ruchów do analizy ruchów złożonych (I.1.1.3).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia wartości prędkości i prawidłowy wynik z jednostką.

1 pkt – poprawne rozłożenie prędkości \vec{v}_k na składowe w kierunku ruchu początkowego oraz w kierunku siły (algebraicznie – zapisanie wartości współrzędnych v_x oraz v_y lub graficznie – wykonanie rysunku łącznie z zapisaniem wartości składowej v_x)

LUB

– poprawne obliczenie długości przemieszczenia wzdłuż prostej k w określonym czasie
LUB

– zastosowanie twierdzenia Pitagorasa do obliczenia wartości prędkości po uderzeniu, łącznie z zachowaniem proporcji pomiędzy współrzędnymi prędkości $\frac{v_x}{v_y} = \frac{4}{3}$

LUB

– zapisanie wyniku $v_k = 5 \text{ m/s}$ bez zapisania składowych (przemieszczenia lub prędkości) i bez obliczeń.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwagi dodatkowe

1. Gdy zdający stosuje prawidłową metodę obliczenia wartości prędkości, ale zrobi błąd rachunkowy (w tym np. źle zliczy kratki) to otrzymuje 1 pkt.
2. Gdy zdający prawidłowo zapisze obie składowe prędkości \vec{v}_k lub przemieszczenia $\Delta\vec{r}$ (w ruchu wzdłuż k), oraz bez obliczeń zapisze wynik $v_k = 5 \text{ m/s}$, to otrzymuje 2 pkt.

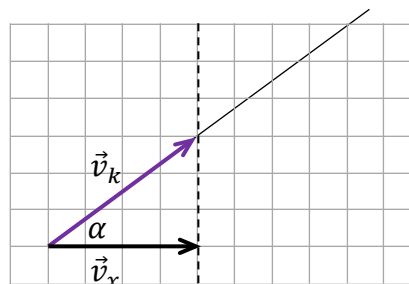
Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

Na rysunku poniżej narysujemy wektor prędkości \vec{v}_k ciała po uderzeniu. Składowa \vec{v}_x prędkości nie zmienia się po uderzeniu (ponieważ siła jest w kierunku prostopadłym do \vec{v}_x). Długość boku kratki odpowiada jednostce prędkości wyrażonej w m/s.

$$\frac{v_x}{v_k} = \cos \alpha = \frac{4}{\sqrt{(4^2 + 3^2)}}$$

$$v_k = \frac{\sqrt{(4^2 + 3^2)}}{4} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Sposób 2.**

Określmy prędkość początkową \vec{v}_x (prędkość ciała przed uderzeniem) oraz zmianę prędkości $\Delta\vec{v}$ w wyniku uderzenia (czyli składową \vec{v}_y uzyskaną w kierunku siły po uderzeniu):

$$\vec{v}_x = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \left[\frac{4 \text{ m}}{1 \text{ s}}; 0 \right] \quad \rightarrow \quad v_x = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_y = \frac{\Delta\vec{y}}{\Delta t} = \left[0; \frac{3 \text{ m}}{1 \text{ s}} \right] \quad \rightarrow \quad v_y = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Prędkość \vec{v}_k po uderzeniu jest złożeniem prędkości początkowej i prędkości uzyskanej w kierunku siły. Zatem jej wartość wynosi:

$$v_k = \sqrt{(4^2 + 3^2)} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Zadanie 2.3. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do matematycznego opisu ruchów (I.1.1.4). Zastosowanie zasady niezależności ruchów do analizy ruchów złożonych (I.1.1.3).
Tworzenie informacji.	Interpretowanie informacji przedstawionych w formie wykresu (III.1). Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 1.)

3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia wartości siły i prawidłowy wynik z jednostką.

2 pkt – poprawne zapisanie II zasady dynamiki jako związku siły ze zmianą wektora prędkości w czasie Δt_B , łącznie z identyfikacją zmiany prędkości $\Delta\vec{v}$ jako \vec{v}_y – składowej prędkości w kierunku siły (może być w jednym zapisie, np. wystarczy $m \frac{v_y}{\Delta t_B} = F$).

1 pkt – zapisanie II zasady dynamiki jako związku siły ze zmianą wektora pędu w czasie Δt_B , łącznie z wykorzystaniem wzoru na pęd

LUB

– zapisanie II zasady dynamiki jako związku siły z przyspieszeniem, łącznie z określeniem przyspieszenia jako $\vec{a} = \Delta\vec{v}/\Delta t_B$

LUB

- obliczenie przyspieszenia w kierunku y w czasie działania siły (np. $a = \frac{v_y}{\Delta t_B} = \frac{3 \text{ m/s}}{0,01 \text{ s}} = 300 \text{ m/s}^2$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwagi dodatkowe

1. Gdy zdający w zapisie II zasady dynamiki błędnie zinterpretuje wartość różnicy wektorów (jako różnicę wartości wektorów), ale podstawí właściwy czas do wzoru, to otrzymuje 1 pkt.
2. Określenie wartości Δv wektora $\Delta \vec{v}$ jako różnicy wartości wektorów \vec{v}_k i \vec{v}_x jest błędem i uniemożliwia zgodnie z powyższymi zasadami oceniania przyznanie dwóch punktów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1. (wykorzystanie II zasady dynamiki)

Zapiszemy drugą zasadę dynamiki (w postaci wektorowej):

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t_B} = \vec{F} \quad \rightarrow \quad m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t_B} = \vec{F}$$

Zmiana prędkości ciała $\Delta \vec{v}$ po zadziałaniu siły – zgodnie z drugą zasadą dynamiki – jest składową prędkości uzyskaną w kierunku siły. Zatem jest to składowa wzdłuż osi y :

$$\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_x = \vec{v}_y = \frac{\Delta \vec{y}}{\Delta t} = \left[0; \frac{3 \text{ m}}{1 \text{ s}} \right] \quad \rightarrow \quad |\Delta \vec{v}| = \Delta v = v_y = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Obliczamy wartość siły:

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t_B} = m \frac{v_y}{\Delta t_B} = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,01 \text{ s}} = 60 \text{ N.}$$

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 2.)

- 3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia wartości siły i prawidłowy wynik z jednostką.
- 2 pkt – skorzystanie z twierdzenia o energii kinetycznej i pracy siły wypadkowej, łącznie z uwzględnieniem faktu, że praca nie zależy od całej drogi, tylko od przemieszczenia w kierunku y podczas działania siły, a ruch w kierunku y podczas działania tej stałej siły jest jednostajnie przyspieszony.
- 1 pkt – skorzystanie z twierdzenia o energii kinetycznej i pracy siły wypadkowej, łącznie z uwzględnieniem iloczynu siły \vec{F} i przemieszczenia (bez konieczności określenia, że praca zależy od przemieszczenia w kierunku y).
- 0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 2. (wykorzystanie twierdzenia o pracy i energii kinetycznej)

Skorzystamy z twierdzenia o pracy i energii kinetycznej: zmiana energii kinetycznej jest równa pracy siły wypadkowej:

$$\frac{1}{2} m (v_k^2 - v_1^2) = W_F \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} m v_y^2 = W_F$$

Stała siła \vec{F} działa w kierunku y prostopadłym do osi x , zatem praca tej siły nie zależy od całej drogi (przebytej podczas działania siły), tylko od przemieszczenia w kierunku y . Zatem:

$$W_F = F \Delta y_B$$

gdzie Δy_B jest przemieszczeniem ciała w kierunku y w czasie Δt_B . Ruch w kierunku y podczas działania siły jest ruchem jednostajnie przyspieszonym, gdzie:

$$v_{0y} = 0 \quad v_{koń y} = v_y = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{zatem} \quad \Delta y_B = \frac{1}{2} v_y \Delta t_B = \frac{1}{2} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,01 \text{ s} = 0,015 \text{ m}$$

Z powyższych równań wyznaczmy wartość siły:

$$\frac{1}{2} m v_y^2 = F \cdot \frac{1}{2} v_y \Delta t_B \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 3^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = F \cdot 0,015 \text{ m} \quad \rightarrow \quad F = 60 \text{ N}$$

Zadanie 3.1. (2 pkt)

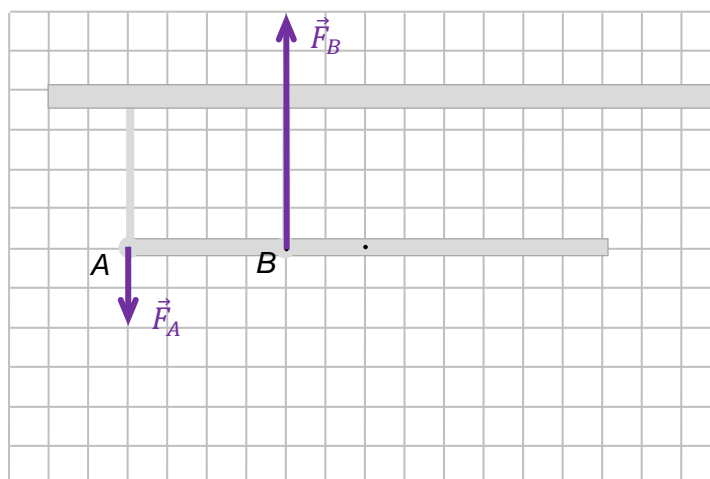
Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie pojęcia momentu siły do opisu ruchu obrotowego (I.1.1.7). Zastosowanie I zasady dynamiki dla ruchu obrotowego (I.1.1.8).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne narysowanie kierunków i zwrotów obu sił (zaczepionych w punktach A i B) wraz z zachowaniem i zapisaniem prawidłowej relacji pomiędzy wartościami sił.
1 pkt – poprawne narysowanie kierunków i zwrotów obu sił zaczepionych w punktach A i B .
0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

$$F_A < F_B$$



Zadanie 3.2. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie pojęcia momentu siły do opisu ruchu obrotowego (I.1.1.7). Zastosowanie I zasady dynamiki dla ruchu obrotowego (I.1.1.8).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne zapisanie równań opisujących warunki równowagi belki, prawidłowe rozwiązanie układu tych równań i podanie wyników liczbowych z jednostkami: $|F_A| = 60 \text{ N}$ oraz $|F_B| = 180 \text{ N}$ (wynik może być podany bez wartości bezwzględnej).

2 pkt – poprawne zapisanie równania równowagi momentów sił (z prawidłową identyfikacją wielkości: sił i ramiom tych sił) względem dowolnego punktu belki oraz zapisanie poprawnego równania równowagi sił

LUB

– poprawne zapisanie dwóch równań równowagi momentów sił (z prawidłową identyfikacją wielkości: sił i ramiom tych sił) względem dwóch różnych punktów belki (np. jak w sposobie 4.).

Uwaga! Znaki określające zwroty sił w równaniach mogą być przyjęte dowolnie, natomiast muszą być konsekwentnie stosowane.

1 pkt – zapisanie poprawnego równania równowagi momentów sił względem dowolnego punktu belki łącznie z prawidłową identyfikacją sił i ich ramion (np. pierwsze równanie w kroku 1. w sposobach 1.–3.).

Uwaga! Znaki określające zwroty sił w równaniu równowagi momentów sił mogą być przyjęte dowolnie.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązaniaSposób 1.

Krok 1. Zapiszemy równanie równowagi momentów sił (względem punktu B) oraz równanie równowagi sił:

$$F_A \cdot |AB| = Q \cdot |BS| \quad Q + F_A = F_B$$

Krok 2. Podstawiamy dane do równań:

$$F_A \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} \quad 120 \text{ N} + F_A = F_B$$

Krok 3. Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} F_A \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} \\ 120 \text{ N} + F_A = F_B \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_A = 60 \text{ N} \\ 120 \text{ N} + 60 \text{ N} = F_B \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_A = 60 \text{ N} \\ F_B = 180 \text{ N} \end{cases}$$

Sposób 2.

Krok 1. Zapiszemy równanie równowagi momentów sił (względem punktu A) oraz równanie równowagi sił:

$$F_B \cdot |AB| = Q \cdot |AS| \quad Q + F_A = F_B$$

Krok 2. Podstawiamy dane do równań:

$$F_B \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} \quad 120 \text{ N} + F_A = F_B$$

Krok 3. Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} F_B \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 1,5 \text{ m} \\ 120 \text{ N} + F_A = F_B \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 180 \text{ N} \\ 120 \text{ N} + F_A = 180 \text{ N} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 180 \text{ N} \\ F_A = 60 \text{ N} \end{cases}$$

Sposób 3.

Krok 1. Zapiszemy równanie równowagi momentów sił (względem punktu S) oraz równanie równowagi sił:

$$F_B \cdot |SB| = F_A \cdot |SA| \quad Q + F_A = F_B$$

Krok 2. Podstawiamy dane do równań:

$$F_B \cdot 0,5 \text{ m} = F_A \cdot 1,5 \text{ m} \quad 120 \text{ N} + F_A = F_B$$

Krok 3. Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} F_B \cdot 0,5 \text{ m} = F_A \cdot 1,5 \text{ m} \\ 120 \text{ N} + F_A = F_B \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 3F_A \\ 120 \text{ N} + F_A = 3F_A \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 3F_A \\ 120 \text{ N} = 2F_A \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 180 \text{ N} \\ F_A = 60 \text{ N} \end{cases}$$

Sposób 4.

Krok 1. Zapiszemy dwa równania równowagi momentów sił (względem punktu S oraz względem punktu B):

$$F_B \cdot |SB| = F_A \cdot |SA| \quad F_A \cdot |AB| = Q \cdot |SB|$$

Krok 2. Podstawiamy dane do równań:

$$F_B \cdot 0,5 \text{ m} = F_A \cdot 1,5 \text{ m} \quad F_A \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m}$$

Krok 3. Rozwiązujemy układ równań:

$$\begin{cases} F_B \cdot 0,5 \text{ m} = F_A \cdot 1,5 \text{ m} \\ F_A \cdot 1 \text{ m} = 120 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 3F_A \\ F_A = 60 \text{ N} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_B = 180 \text{ N} \\ F_A = 60 \text{ N} \end{cases}$$

Zadanie 3.3. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie pojęcia: prędkości liniowej, kątowej, momentu bezwładności do opisu ruchu obrotowego (I.1.1.7). Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej dla ruchu obrotowego (I.1.1.11).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawna metoda wyprowadzenia wzoru oraz prawidłowa postać wzoru (wyrażonego tylko przez l i g) na prędkość liniową punktu S.
- 2 pkt – przyrównanie początkowej energii potencjalnej belki do końcowej energii kinetycznej ruchu obrotowego belki, prawidłowe zapisanie wzorów na energię potencjalną grawitacji i energię kinetyczną ruchu obrotowego belki oraz zapisanie związku między chwilową prędkością liniową punktu S i prędkością kątową belki.
- 1 pkt – skorzystanie z zasady zachowania energii mechanicznej: przyrównanie początkowej energii potencjalnej belki do końcowej energii kinetycznej ruchu obrotowego belki
LUB
– zapisanie wyrażenia na końcową energię kinetyczną ruchu obrotowego belki oraz związku między chwilową prędkością liniową punktu S i prędkością kątową belki.
- 0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Skorzystamy z zasady zachowania energii mechanicznej:

$$E = \text{const} \quad \rightarrow \quad E_{\text{końc}} = E_{\text{pocz}} \quad \rightarrow \quad E_{\text{kin końc}} = E_{\text{pot pocz}}$$

Skorzystamy ze wzorów na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej, energię potencjalną bryły, oraz związku między prędkością liniową i kątową punktu S:

$$\frac{1}{2} I_A \omega^2 = mg \frac{l}{2} \quad v = \frac{l}{2} \omega$$

$$\frac{1}{2} \frac{1}{3} m l^2 \omega^2 = mg \frac{l}{2} \quad v = \frac{l}{2} \omega$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{l}} \quad \omega = \frac{2v}{l} \quad \rightarrow$$

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{3gl}$$

Zadanie 4.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie sprawności silników cieplnych (P I.1.4.6).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu o tematyce fizycznej (II.1.a). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

a) (2 pkt)**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ciepła oddanego przez silnik S_1 oraz prawidłowy wynik liczbowy podany z jednostką.

1 pkt – przyrównanie sprawności silnika S_1 do sprawności silnika idealnego, łącznie z zastosowaniem odpowiednich wzorów (z ciepłami i temperaturami) i prawidłową identyfikacją wielkości fizycznych (ciepł i temperatur) występujących w obu wzorach
LUB

– poprawne obliczenie sprawności silnika idealnego $\eta_{max} \approx 0,61$.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Ilość ciepła oddanego do chłodnicy przez silnik S_1 jest możliwie najmniejsza, gdy sprawność tego silnika jest równa sprawności silnika idealnego. W związku z tym przyrównamy sprawność silnika S_1 do sprawności maksymalnej i wyznaczmy Q_{odd} :

$$\eta_{S_1} = \eta_{max} \quad \rightarrow \quad \frac{W_{calc}}{Q_{pob}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \rightarrow \quad \frac{Q_{pob} - Q_{odd}}{Q_{pob}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{100 \text{ J} - Q_{odd}}{100 \text{ J}} = \frac{750 \text{ K} - 290 \text{ K}}{750 \text{ K}} \quad \rightarrow \quad \frac{100 \text{ J} - Q_{odd}}{100 \text{ J}} = 0,613$$

$$100 \text{ J} - Q_{odd} = 61,3 \text{ J} \quad \rightarrow \quad Q_{odd} \approx 38,7 \text{ J}$$

b) (1 pkt)**Zasady oceniania**

1 pkt – pełne wyjaśnienie dotyczące granicznej wartości ciepła oddanego: stwierdzenie, że gdyby ciepło oddane byłoby mniejsze od pewnej wartości granicznej, to sprawność silnika przekroczyłaby maksymalną, teoretyczną sprawność silnika idealnego.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowa pełna odpowiedź

Gdyby ciepło oddane było mniejsze od pewnej wartości granicznej, to sprawność silnika byłaby większa od maksymalnej sprawności, z jaką może pracować silnik pomiędzy danymi temperaturami. (Sprawność nie może przekroczyć sprawności silnika idealnego).

Uwaga dodatkowa

Wyjaśnienie typu „ponieważ byłoby to niezgodne z II zasadą termodynamiki / zasadami termodynamiki” jest niewystarczające (brak jest w takim wyjaśnieniu powiązania zmiany oddanego ciepła ze zmianą sprawności).

Zadanie 4.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie I zasady termodynamiki (P I.1.4.4).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ciepła oddanego przez silnik S_2 oraz prawidłowy wynik liczbowy podany z jednostką.

1 pkt – wykorzystanie I zasady termodynamiki dla cyklu (z uwzględnieniem, że $\Delta U_{cykl} = 0$): przyrównanie do zera sumy całkowitej pracy i ciepła całkowitego wymienionego z otoczeniem (z uwzględnieniem W_{spr} , W_{roz} , Q_{pob} , Q_{odd})

LUB

– wykorzystanie I zasady termodynamiki dla cyklu (z uwzględnieniem, że $\Delta U_{cykl} = 0$): przyrównanie pracy całkowitej w cyklu do całkowitego ciepła wymienionego z otoczeniem (z uwzględnieniem W_{spr} , W_{roz} , Q_{pob} , Q_{odd}) albo przyrównanie energii oddanej w cyklu (sumy ciepła oddanego i pracy rozprężania) do energii uzyskanej w cyklu (sumy ciepła pobranego i pracy podczas sprężania)

LUB

– wykorzystanie wzoru na sprawność silnika w dwóch postaciach: $\eta = \frac{W_{calc}}{Q_{pob}}$ oraz

$$\eta = \frac{Q_{pob} - Q_{odd}}{Q_{pob}} \text{ łącznie z poprawną identyfikacją wielkości fizycznych w tych wzorach}$$

LUB

– skorzystanie ze związków (pomiędzy ciepłem oddanym, pobranym a temperaturą źródła i chłodnicy) jakie występują w cyklu pracy silnika idealnego: $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$.

Uwaga! W kryterium za 1 p. dopuszcza się niezgodność znaków z przyjętą konwencją.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1. (z wykorzystaniem I zasady termodynamiki)

Zapiszemy I zasadę termodynamiki dla cyklu silnika S_2 . Zmiana energii wewnętrznej w cyklu wynosi zero. Przyjmujemy konwencję, zgodnie z którą ciepło pobrane z otoczenia oraz pracę podczas sprężania przyjmujemy za dodatnie, a ciepło oddane i pracę gazu przy rozprężaniu – za ujemne:

$$0 = |W_{spr}| - |W_{roz}| + |Q_{pob}| - |Q_{odd}| \quad \rightarrow \quad |W_{roz}| - |W_{spr}| = |Q_{pob}| - |Q_{odd}|$$

Podstawiamy odpowiednie dane:

$$34,8 \text{ J} - 8,7 \text{ J} = 100 \text{ J} - |Q_{odd}| \quad \rightarrow \quad |Q_{odd}| = 73,9 \text{ J} \approx 74 \text{ J}$$

Sposób 2. (z wykorzystaniem wzoru na sprawność)

Obliczymy sprawność silnika S₂:

$$\eta = \frac{|W_{\text{calc}}|}{|Q_{\text{pob}}|} = \frac{|W_{\text{roz}}| - |W_{\text{spr}}|}{|Q_{\text{pob}}|} = \frac{34,8 \text{ J} - 8,7 \text{ J}}{100 \text{ J}} = 0,261$$

Skorzystamy ze wzoru na sprawność z ciepłami:

$$\eta = \frac{|Q_{\text{pob}}| - |Q_{\text{odd}}|}{|Q_{\text{pob}}|} \rightarrow \frac{100 \text{ J} - |Q_{\text{odd}}|}{100 \text{ J}} = 0,261 \rightarrow |Q_{\text{odd}}| = 73,9 \text{ J} \approx 74 \text{ J}$$

Zadanie 4.3. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie sprawności silników cieplnych (P I.1.4.6).

Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawna metoda obliczenia sprawności silnika S₂ oraz prawidłowy wynik liczbowy.
 1 pkt – zapisanie wzoru z pracą na sprawność silnika S₂, łącznie z wyrażeniem pracy całkowitej jako różnicy prac przy rozprężaniu i sprężaniu gazu.
 0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zapiszemy wzór z pracą na sprawność silnika cieplnego, zidentyfikujemy wielkości z danymi, następnie obliczymy sprawność:

$$\eta = \frac{W_{\text{calc}}}{Q_{\text{pob}}} \quad W_{\text{calc}} = |W_{\text{rozpr}}| - |W_{\text{spr}}|$$

$$\eta = \frac{|W_{\text{rozpr}}| - |W_{\text{spr}}|}{Q_{\text{pob}}} = \frac{34,8 \text{ J} - 8,7 \text{ J}}{100 \text{ J}} = 0,261$$

$$\eta \approx 26\%$$

Zadanie 5.1. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie widma światła białego z uwzględnieniem zależności barwy światła od częstotliwości i długości fali świetlnej (P I.1.5.1). Zastosowanie do obliczeń związku między długością, prędkością rozchodzenia się w danym ośrodku i częstotliwością fali świetlnej (P I.1.5.2).
Tworzenie informacji.	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci wykresu (III.1).

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne oba podkreślenia.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Rozwiązanie

Zależność między wartościami prędkości v_F oraz v_C określa relacja ($v_F > v_C$ / $v_F < v_C$), a zależność między częstotliwościami f_F oraz f_C określa relacja ($f_F > f_C$ / $f_F = f_C$ / $f_F < f_C$).

Zadanie 5.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie do obliczeń związku między długością, prędkością rozchodzenia się w danym ośrodku i częstotliwością fali świetlnej (P I.1.5.2).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresów (II.1.b). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia długości fali światła w szkle i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – poprawne wyprowadzenie lub wykorzystanie wzoru na współczynnik załamania światła w szkle, wyrażonego za pomocą długości fal w próżni i szkle: $n_\lambda = \frac{\lambda}{\lambda_{sz}}$

LUB

– poprawne zastosowanie wzoru na współczynnik załamania światła w szkle, wyrażonego za pomocą prędkości światła w próżni i szkle, łącznie z wykorzystaniem związku między prędkością fali a jej długością i częstotliwością.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zastosujemy wzór z prędkościami na współczynnik załamania oraz wykorzystamy związek między prędkością fali a jej długością i częstotliwością. Skorzystamy też z faktu, że częstotliwość fali nie zmienia się po przejściu przez granicę ośrodków (w szkle i w próżni jest taka sama i wynosi f).

$$n_\lambda = \frac{c}{v_\lambda} \quad c = \lambda f \quad v_\lambda = \lambda_{sz} f \quad \rightarrow \quad n_\lambda = \frac{\lambda f}{\lambda_{sz} f} = \frac{\lambda}{\lambda_{sz}}$$

Podstawiamy dane odczytane z wykresu i treści zadania:

$$n_\lambda = \frac{\lambda}{\lambda_{sz}} \quad \rightarrow \quad 1,52 = \frac{0,5 \mu\text{m}}{\lambda_{sz}} \quad \rightarrow \quad \lambda_{sz} \approx 0,329 \mu\text{m} \approx 0,33 \mu\text{m}$$

Zadanie 5.3. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Wyjaśnianie zjawiska rozszczepienia światła (P I.1.5.5). Konstruowanie obrazu w soczewce skupiającej i rozpraszającej dla różnych położań przedmiotu (P I.1.5.6).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

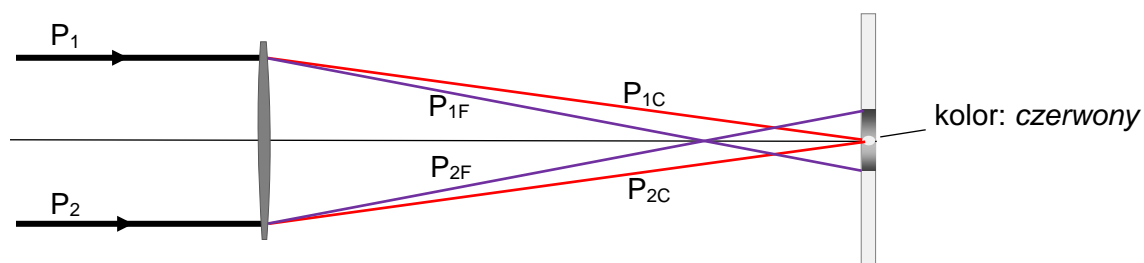
Zasady oceniania

1 pkt – poprawne podpisanie koloru środka plamki oraz prawidłowe narysowanie biegu promieni od soczewki do ekranu

LUB

– poprawne narysowanie biegu promieni czerwonych i fioletowych od soczewki do ekranu łącznie z prawidłowym podpisaniem tych promieni.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawne rozwiązanie**Zadanie 5.4. (2 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie ogniskowej soczewki znając promienie krzywizny i współczynnik załamania światła w materiale, z którego jest wykonana (P I.1.5.7).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu ogniskowej soczewki dla światła fioletowego do ogniskowej soczewki dla światła czerwonego oraz prawidłowy wynik liczbowy.

1 pkt – zastosowanie „wzoru szlifierzy” (z *Wybranych wzorów [...] z fizyki*) do obliczenia ogniskowych soczewki dla światła czerwonego i fioletowego, z rozróżnieniem w obu wzorach współczynników załamania oraz ogniskowych dla światła czerwonego i fioletowego – łącznie z uwzględnieniem wspólnej geometrycznej części wzoru.

LUB

– zapisanie lub wyprowadzenie ilorazu: $\frac{f_F}{f_C} = \frac{n_C - 1}{n_F - 1}$

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zastosujemy wzór z *Wybranych wzorów [...] z fizyki* dla ogniskowej soczewki światła czerwonego i ogniskowej soczewki światła fioletowego. Przyjmujemy, że współczynnik załamania światła w powietrzu wynosi jeden.

$$\begin{cases} \frac{1}{f_C} = (n_C - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \\ \frac{1}{f_F} = (n_F - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \end{cases} \rightarrow \frac{f_F}{f_C} = \frac{n_C - 1}{n_F - 1}$$

Do ostatniego równania podstawiamy dane odczytane z wykresu:

$$\frac{f_F}{f_C} = \frac{1,51 - 1}{1,54 - 1} \rightarrow \frac{f_F}{f_C} = \frac{0,51}{0,54} \approx 0,94$$

Zadanie 6.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie prawa Ohma, I i II prawa Kirchhoffa do obliczeń (I.1.3.2). Obliczanie oporu zastępczego układu oporników (I.1.3.4).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie schematu (II.1.b). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda wyprowadzenia wzoru oraz prawidłowa postać wzoru pozwalającego wyznaczyć I_2 tylko za pomocą wielkości: U oraz R .

2 pkt – poprawna metoda oraz prawidłowa postać wzoru pozwalającego wyznaczyć I_1 tylko za pomocą wielkości: U oraz R

LUB

- zapisanie związku między I_1 , napięciem U i oporem zastępczym tej części obwodu, w której znajdują się oporniki R_1, R_2, R_3 , zapisanie związku między I_1 oraz I_2 oraz poprawna metoda obliczenia oporu zastępczego.
- 1 pkt – zapisanie związku między I_1 , napięciem U i oporem zastępczym tej części obwodu, w której znajdują się oporniki R_1, R_2, R_3
LUB
- prawidłowe obliczenie oporu zastępczego oraz zapisanie związku między I_1 oraz I_2 .
- 0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Najpierw wyznaczmy natężenie prądu I_1 płynącego pomiędzy węzłami w tej części obwodu, w której znajdują się oporniki R_1, R_2, R_3 . Opór zastępczy tej części obwodu oznaczmy R_{123} .

$$I_1 = \frac{U}{R_{123}}$$

gdzie

$$R_{123} = R + R_{23} \quad \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \quad \rightarrow \quad R_{123} = \frac{3}{2}R$$

zatem

$$I_1 = \frac{U}{\frac{3}{2}R} = \frac{2U}{3R}$$

Ponieważ oporniki R_2, R_3 mają te same opory R , to prąd o natężeniu I_1 rozdziela się w węzle oczka z tymi oporami na dwa prądy o jednakowych natężeniach. Zatem

$$I_2 = \frac{I_1}{2} \quad \rightarrow \quad I_2 = \frac{1U}{3R}$$

Zadanie 6.2. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie prawa Ohma, I i II prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych (I.1.3.2).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie schematu (II.1.b).

Zasady oceniania

- 1 pkt – poprawna odpowiedź.
- 0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

B

Zadanie 6.3. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie prawa Ohma, I i II prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych (I.1.3.2).
Tworzenie informacji.	Interpretowanie informacji zapisanych w postaci schematu (III.1).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawne wpisy dla każdego opornika.

2 pkt – poprawne wpisy dla dwóch oporników.

1 pkt – poprawne wpisy dla jednego opornika.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Opornik	Natężenie prądu	Napięcie
R_1	<i>zmałało</i>	<i>zmałało</i>
R_2	<i>wzrosło</i>	<i>wzrosło</i>
R_4	<i>się nie zmieniło</i>	<i>się nie zmieniło</i>

Zadanie 7.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania elektrostatycznego (P I.1.2.1). Opisywanie pola elektrostatycznego za pomocą natężenia pola (I.1.2.1).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b). Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne narysowanie wektora \vec{E}_A w punkcie A oraz poprawne zapisanie wzoru na wartość wektora \vec{E}_A (wyrażonego tylko za pomocą odpowiednich stałych oraz a i q).

1 pkt – poprawne narysowanie wektora \vec{E}_A w punkcie A : wektor musi leżeć na przedłużeniu wysokości qA i mieć odpowiedni zwrot (jak na rysunku w rozwiązaniu)

LUB

– poprawne zapisanie wzoru na wartość E_A .

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

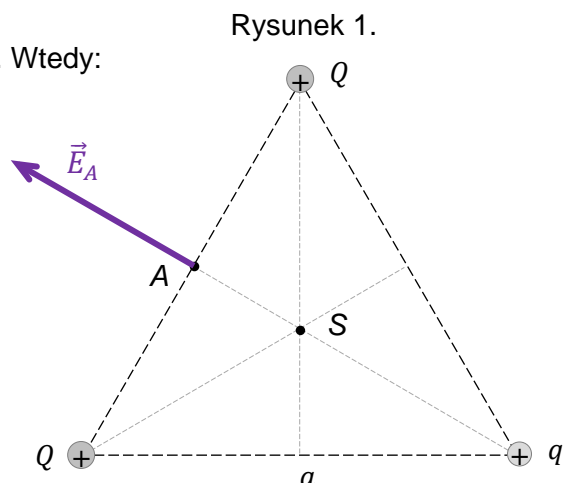
Przykładowe rozwiązanie

Wysokość trójkąta oznaczmy jako h . Wtedy:

$$E_A = \frac{kq}{h^2}$$

$$E_A = \frac{kq}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\right)^2}$$

$$E_A = \frac{4kq}{3a^2}$$

**Zadanie 7.2. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania elektrostatycznego (P I.1.2.1). Opisywanie pola elektrostatycznego za pomocą natężenia pola (I.1.2.1).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie rysunków (II.1.b).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 8.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu (P I.1.1.6). Analizowanie I i II prędkości kosmicznej (P I.1.2.8).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu o tematyce fizycznej (II.1.a). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia masy pulsara (np. jak w krokach 1.–3.) oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 pkt – doprowadzenie do jednego wyrażenia, z którego można bezpośrednio obliczyć masę pulsara jedynie na podstawie stałych oraz parametrów ruchu orbitalnego planety (np. zapisanie wyrażenia jak w kroku 2.).

1 pkt – zapisanie relacji identyfikującej siłę grawitacji jako siłę dośrodkową, z uwzględnieniem wzorów na te siły (np. jak w kroku 1. w sposobie 1.)

LUB

– skorzystanie ze wzoru na prędkość orbitalną, łącznie z zastosowaniem wzoru na prędkość w ruchu jednostajnym po okręgu (np. jak w kroku 1. w sposobie 2.).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga dodatkowa

Jeżeli zdający zapisze od razu bez wyprowadzenia III prawo Keplera łącznie z poprawnie określoną stałą: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ i poprawnie zidentyfikuje wielkości w tym wzorze, to otrzymuje 2 pkt.

Przykładowe rozwiązanieSposób 1.

Krok 1. Zapiszemy równanie identyfikujące siłę grawitacji jako siłę dośrodkową, łącznie z uwzględnieniem wzorów na te siły:

$$m \frac{v^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}$$

Krok 2. Wyprowadzimy wyrażenie pozwalające na bezpośrednie obliczenie masy pulsara z parametrów ruchu orbitalnego planety. W tym celu do powyższego równania podstawimy wzór na prędkość w ruchu jednostajnym po okręgu: $v = \frac{2\pi r}{T}$.

$$m \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{GmM}{r^2} \quad \rightarrow \quad \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{GM}{r^2} \quad \rightarrow \quad M = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$$

Do otrzymanego wyrażenia podstawiamy parametry ruchu orbitalnego planety:

$$M = \frac{4 \cdot (3,142)^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}} \cdot \frac{(0,19 \text{ au})^3}{(25,3 \text{ doby})^2}$$

Krok 3. Wykonujemy obliczenia, przy czym jednostkę astronomiczną wyrazimy w metrach, a dobę wyrazimy sekundach.

$$M = \frac{4 \cdot (3,142)^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}} \cdot \frac{(0,19 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^3}{(2,53 \cdot 10^1 \cdot 2,4 \cdot 10^1 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ s})^2} \approx 2,86 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{34} \text{ kg}$$

$$M \approx 2,86 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Sposób 2.

Krok 1. Skorzystamy ze wzoru na prędkość w ruchu po orbicie kołowej oraz zastosujemy wzór na prędkość w ruchu jednostajnym po okręgu.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

Krok 2. Z powyższych równań wyprowadzamy wzór pozwalający na obliczenie masy pulsara z parametrów ruchu orbitalnego planety:

$$\frac{2\pi r}{T} = \sqrt{\frac{GM}{r}} \quad \rightarrow \quad \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \quad \rightarrow \quad M = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$$

Krok 3. Wykonujemy obliczenia (patrz krok 3. w sposobie 1.).

Zadanie 8.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie momentu pędu bryły sztywnej (I.1.1.9). Zastosowanie zasady zachowania momentu pędu (I.1.1.10).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu o tematyce fizycznej (II.1.a). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia częstotliwości obrotu gwiazdy przy promieniu $10R$ oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 pkt – skorzystanie z zasady zachowania momentu pędu, łącznie z zastosowaniem wzoru na moment pędu bryły sztywnej względem jej osi obrotu dla dwóch sytuacji: gdy jądro miało promień $10R$ oraz gdy jądro ma obecny promień R (np. zapis: $I_{10}\omega_{10} = I_1\omega_1$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Skorzystamy z zasady zachowania momentu pędu bryły sztywnej. Oznaczmy jako L_{10} moment pędu jądra gwiazdy, gdy miała promień 10 razy większy niż obecnie, natomiast jako L_1 oznaczmy moment pędu jądra gwiazdy przy obecnym promieniu R :

$$L_{10} = L_1 \quad \text{gdzie:} \quad L_{10} = I_{10}\omega_{10} \quad L_1 = I_1\omega_1$$

$$I_{10}\omega_{10} = I_1\omega_1$$

Podstawiamy wzory na moment bezwładności I gwiazdy oraz na jej prędkość kątową:

$$kM(10R)^2 \cdot 2\pi f_{10} = kMR^2 \cdot 2\pi f_1 \quad \rightarrow$$

$$100R^2 f_{10} = R^2 f_1 \quad \rightarrow$$

$$f_{10} = \frac{f_1}{100} \quad \rightarrow \quad f_{10} = \frac{160 \text{ Hz}}{100} = 1,6 \text{ Hz}$$

Zadanie 8.3. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie energii kinetycznej bryły sztywnej (I.1.1.9).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu o tematyce fizycznej (II.1.a).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia stosunku energii kinetycznych oraz prawidłowy wynik liczbowy.

1 pkt – wykorzystanie wzoru na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej dla dwóch opisanych sytuacji, łącznie z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu bryły sztywnej (np. zapis energii kinetycznych w postaci $E_{kin1} = \frac{L^2}{2I_1}$, $E_{kin10} = \frac{L^2}{2I_{10}}$ lub równoważnie $E_{kin1} = \frac{1}{2}L\omega_1$, $E_{kin10} = \frac{1}{2}L\omega_{10}$ – np. jak w sposobach 1. i 2.)

LUB

- wykorzystanie wzoru na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej dla dwóch opisanych sytuacji, łącznie z zastosowaniem relacji pomiędzy częstotliwościami f_1 i f_{10} (lub okresami) oraz pomiędzy promieniami R_1 i R_{10} : (np. jak w sposobie 3.).
0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga dodatkowa

Jeżeli zdający poprawnie wyprowadzi zależność $\frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{I_{10}}{I_1}$ lub $\frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{\omega_1}{\omega_{10}}$ i nie zapisze końcowego wyniku liczbowego (lub poda błędny wynik końcowy) to otrzymuje 1 pkt.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

Wykorzystamy wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w postaci z momentem pędu L i momentem bezwładności I :

$$E_{kin} = \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{oraz} \quad L = I\omega \quad \rightarrow \quad E_{kin} = \frac{L^2}{2I}$$

Zapiszemy stosunek energii kinetycznych (z dwóch opisanych sytuacji) ruchu obrotowego jądra gwiazdy, z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu:

$$\frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{\frac{L_1^2}{2I_1}}{\frac{L_{10}^2}{2I_{10}}} \quad \text{oraz} \quad L_1 = L_{10} \quad \rightarrow \quad \frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{I_{10}}{I_1} = \frac{(10R)^2}{R^2} = 100$$

Sposób 2.

Wykorzystamy wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej w postaci z momentem pędu i prędkością kątową:

$$E_{kin} = \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{oraz} \quad L = I\omega \quad \rightarrow \quad E_{kin} = \frac{1}{2}L\omega$$

Zapiszemy stosunek energii kinetycznych (z dwóch opisanych sytuacji) ruchu obrotowego jądra gwiazdy, z wykorzystaniem zasady zachowania momentu pędu i wyznaczonego ilorazu prędkości kątowych:

$$\frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{\frac{1}{2}L_1\omega_1}{\frac{1}{2}L_{10}\omega_{10}} \quad \text{oraz} \quad L_1 = L_{10} \quad \rightarrow \quad \frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{\omega_1}{\omega_{10}} = 100$$

Sposób 3.

Zastosujemy wzór na energię kinetyczną ruchu obrotowego bryły sztywnej, łącznie z wykorzystaniem relacji pomiędzy częstotliwościami f_1 i f_{10} oraz promieniami R_1 i R_{10} :

$$E_{kin1} = \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 \quad E_{kin10} = \frac{1}{2}I_{10}\omega_{10}^2 \quad \frac{R_{10}}{R_1} = 10 \quad \frac{f_{10}}{f_1} = \frac{1}{100}$$

Zapiszemy i obliczymy stosunek energii kinetycznych:

$$\frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{\frac{1}{2}kMR^2(2\pi f_1)^2}{\frac{1}{2}kM(10R)^2(2\pi f_{10})^2} \quad \rightarrow \quad \frac{E_{kin1}}{E_{kin10}} = \frac{1}{100} \cdot \left(\frac{f_1}{f_{10}}\right)^2 = \frac{1}{100} \cdot 100^2 = 100$$

Zadanie 8.4. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie praw Keplera do opisu ruchu planet (P I.1.7.3).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie tekstu o tematyce fizycznej (II.1.a). Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia czasu, w jakim ciało A okrąży pulsar oraz prawidłowy wynik liczbowy podany w dobach.

1 pkt – zastosowanie prawa Keplera łącznie z prawidłową identyfikacją wielkości fizycznych.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zastosujemy prawo Keplera dla ciał okrążających pulsar:

$$\frac{T_A^2}{r_A^3} = \frac{T^2}{r^3} \quad \rightarrow$$

$$T_A = \sqrt{\left(\frac{r_A}{r}\right)^3 \cdot T}$$

$$T_A = \sqrt{\left(\frac{1 \text{ au}}{0,19 \text{ au}}\right)^3 \cdot 25,3} \approx 305 \text{ dób}$$

Zadanie 9. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Podawanie podstawowych założeń modelu atomu wodoru wg Bohra (P I.1.5.19). Obliczanie częstotliwości i długości fali emitowanej przez atom wodoru przy przeskokach elektronu pomiędzy orbitami (P I.1.5.20).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Zasady oceniania

2 pkt – zapisanie prawidłowych relacji pomiędzy wszystkimi częstotliwościami.

1 pkt – zapisanie prawidłowych relacji pomiędzy częstotliwościami: f_{32} , f_{43} , f_{41} .

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Rozwiązanie

$$f_{74} < f_{43} < f_{32} < f_{41}$$

Zadanie 10. (2 pkt)

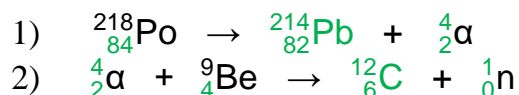
Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisów reakcji jądrowych i przemian jądrowych (P I.1.6.10). Wymienianie własności promieniowania jądrowego α , β , γ (P I.1.6.8).
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów schematu, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne uzupełnienie równań obu reakcji.

1 pkt – poprawne uzupełnienie równania jednej reakcji.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie**Zadanie 11. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie prawa rozpadu, z uwzględnieniem czasu połowicznego zaniku, do analizy przemian jądrowych (P I.1.6.11).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c).

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia czasu połowicznego zaniku oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 pkt – poprawna metoda wyznaczenia t/T (dla $t = 11$ dni).

1 pkt – poprawne określenie stosunku liczby jąder pozostających w próbce po 11 dniach do początkowej liczby jąder

LUB

– zastosowanie prawa rozpadu.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Określmy ile z początkowej liczby jąder N_0 zostało w próbce po czasie $t = 11$ dni:

$$N(t) = N_0 - 0,875N_0 = 0,125N_0$$

Zastosujemy prawo rozpadu z uwzględnieniem czasu połowicznego zaniku T :

$$\frac{N(t)}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \quad \rightarrow \quad 0,125 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

Z powyższego równania wyznaczmy t/T , a następnie T :

$$0,125 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 \quad \rightarrow \quad \frac{t}{T} = 3 \quad \rightarrow \quad T = \frac{t}{3} = \frac{11 \text{ dni}}{3} \approx 3,7 \text{ doby}$$