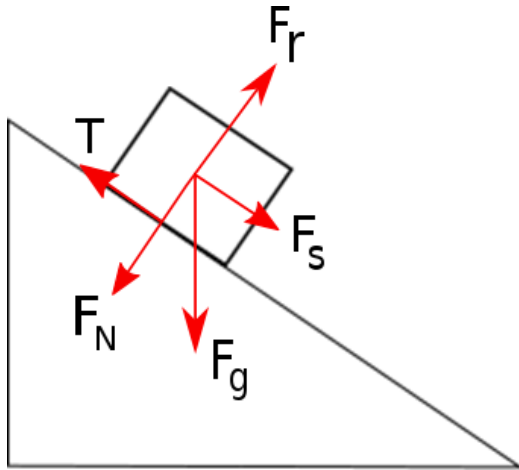


Klucz odpowiedzi

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

Zad 1.1

Poprawna odpowiedź:



Schemat punktowania:

2 pkt – narysowane wszystkie siły, zachowane odpowiednie proporcje ($F_s = T$, $F_r = F_N$) Nie jest wymagane rozkładanie siły grawitacji F_g na składowe F_s i F_N jeżeli proporcje są zachowane

1 pkt – brak jednej spośród sił F_g , F_r i T , lub wyraźnie niewłaściwe proporcje dla jednej spośród par sił równoważących się

Zad 1.2

Poprawna odpowiedź:

	Prawda/Falsz
Siły działające na klocek wzajemnie się równoważą	P
Siła grawitacji ma większą wartość niż siła tarcia	P
Klocek pozostaje w spoczynku, ponieważ równia na niego nie oddziałuje	F

Schemat punktowania:

1 pkt za każdą prawidłową odpowiedź

Zad 1.3

Poprawna odpowiedź:

I zasada dynamiki Newtona

Schemat punktowania:

1 pkt – prawidłowa odpowiedź

Zad 1.4

Prawidłowa odpowiedź

$$T = F_g \cdot \sin 30^\circ$$

$$\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos 30^\circ = m \cdot g \cdot \sin 30^\circ$$

$$\mu = \frac{m \cdot g \cdot \sin 30^\circ}{m \cdot g \cdot \cos 30^\circ} = \operatorname{tg} 30^\circ = 0,58$$

Schemat punktowania:

2 pkt – Napisanie prawidłowych wzorów na siłę tarcia oraz siłę zsuwającą, przyrównanie tych wyrażeń i obliczenie wartości

1 pkt – Napisanie prawidłowych wzorów na siłę tarcia oraz siłę zsuwającą, przyrównanie tych wyrażeń

Zad 1.5

Prawidłowa odpowiedź

Siła wypadkowa działająca na klocek $F_w = T + F_S$

$$\text{Opóźnienie klocka } a = \frac{F_w}{m} = \frac{\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = \mu g \cos 30^\circ + g \sin 30^\circ = 8,46 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Czas ruchu klocka } t = \frac{|\Delta v|}{a} = \frac{2 \frac{m}{s}}{8,46 \frac{m}{s^2}} = 0,24 \text{ s}$$

$$\text{Droga przebyta przez klocek ruchem jednostajnie opóźnionym } S = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = 0,24 \text{ m}$$

Zadanie może być również rozwiązane poprzez analizę przemian energii i pracy wykonanej przeciwko sile tarcia

Schemat punktowania:

3 pkt – otrzymanie prawidłowego wyniku wraz z jednostką

2 pkt – prawidłowe zestawienie wzorów, przekształcenie lecz nieprawidłowy wynik lub brak jednostki w odpowiedzi

1 pkt - prawidłowy wzór na opóźnienie klocka lub prawidłowe wzory na zmianę energii kinetycznej , potencjalnej i pracy wykonanej przeciwko sile tarcia

Zad 2.1

Prawidłowa odpowiedź

$$F_d = F_g$$

gdzie $F_d = \frac{mv^2}{r}, F_g = \frac{GMm}{r^2}, v = \frac{2\pi r}{T}$

po podstawieniu i przekształceniu wzorów otrzymujemy: $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ gdzie r – długość wielkie półosi dla dowolnego księżyca, T – okres obiegu tego samego księżyca

Po podstawieniu wartości liczbowych wyrażonych w jednostkach podstawowych układu SI otrzymujemy wynik $M \approx 8,68 * 10^{25} kg$

Schemat punktowania:

4 pkt – Prawidłowe zestawienie wzorów, otrzymanie prawidłowego wyniku wraz z jednostką

3 pkt – Prawidłowe zestawienie i przekształcenie wzorów, przeliczenie danych na jednostki podstawowe układu SI, lecz niewłaściwy wynik, niewłaściwa jednostka lub brak jednostki

2 pkt - Prawidłowe zestawienie i przekształcenie wzorów, brak przeliczenia danych na jednostki podstawowe układu SI

1 pkt – Prawidłowe zestawienie wzorów na siłę dośrodkową i siłę grawitacji, lub zapisanie wzoru na pierwszą prędkość kosmiczną i wyrażenie tej prędkości przez promień orbity i okres obiegu

Zad 2.2

Prawidłowa odpowiedź

Z trzeciego prawa Keplera $\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_p^2}{r_p^3}$

gdzie T_1, r_1 – okres obiegu i promień dowolnego księżyca Urana,

T_p, r_p – okres obiegu Puka

Po przekształceniu otrzymujemy:

$$T_p = \sqrt{\frac{r_p^3 T_1^2}{r_1^3}} \approx 0,76 \text{ doby}$$

Schemat punktowania:

2 pkt – prawidłowe wykorzystanie III p. Keplera, prawidłowy wynik wraz z jednostką

1 pkt – prawidłowe wykorzystanie III p. Keplera, niewłaściwy wynik, lub brak jednostki

Zad 2.3

Prawidłowa odpowiedź:

Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni planety $a_g = \frac{F_g}{m} = \frac{GM}{R^2}$

Gęstość planety $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$

Po obliczeniu z pierwszego wzoru R, i podstawienie go do wzoru na gęstość planety otrzymujemy:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi \sqrt{\left(\frac{GM}{a_g}\right)^3}} \approx 1300 \frac{kg}{m^3}$$

Schemat punktowania:

2 pkt – prawidłowe zastosowanie wzorów na obliczenie przyspieszenia grawitacyjnego oraz gęstości, prawidłowe przekształcenia i wynik wraz z jednostką

1 pkt – prawidłowe zastosowanie wzorów, niewłaściwy wynik, brak wyniku, brak jednostki, lub niewłaściwa jednostka

Zad 2.4

Prawidłowa odpowiedź

Przyspieszenie na równiku ma wartość równą różnicy pomiędzy przyspieszeniem grawitacyjnym i przyspieszeniem dośrodkowym

$$a = a_g - a_d = \frac{GM}{R^2} - \frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2} - \frac{4\pi^2 R}{T^2} \approx 8,7 \frac{m}{s^2}$$

Schemat punktowania:

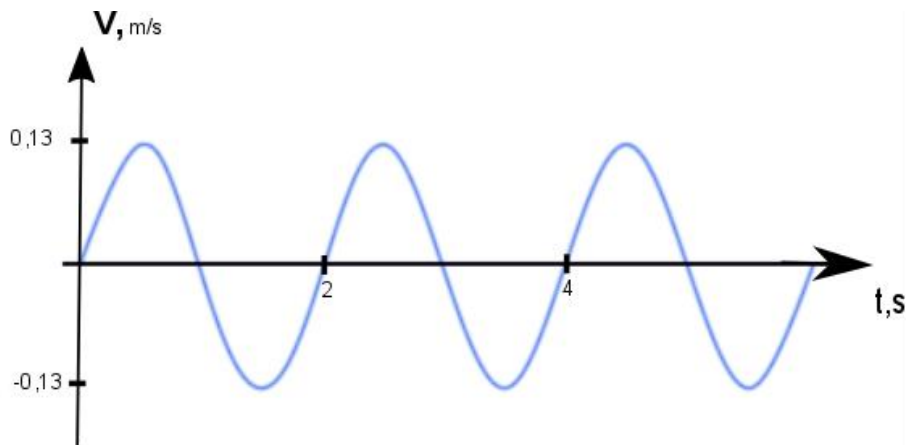
3 pkt - prawidłowe zastosowanie wzorów na obliczenie przyspieszenia grawitacyjnego oraz przyspieszenia dośrodkowego, prawidłowe przekształcenia i wynik wraz z jednostką

2 pkt - prawidłowe zastosowanie wzorów na obliczenie przyspieszenia grawitacyjnego oraz przyspieszenia dośrodkowego, błąd obliczeniowy, brak jednostki lub niewłaściwa jednostka

1 pkt – wyrażenie przyspieszenia na równiku jako różnicy między wartością przyspieszenia grawitacyjnego i dośrodkowego lecz błędna przekształcenia wzorów, lub niewłaściwa interpretacja danych (np. potraktowanie średnicy planety jako promienia)

Zad 3

Prawidłowa odpowiedź



Obliczenie wartości

Schemat punktowania:

4 pkt – opisanie osi, dobranie skali jednostek, prawidłowe wyznaczenie okresu i maksymalnej wartości szybkości, prawidłowy kształt sinusoidy

3 pkt – prawidłowe obliczenie okresu i maksymalnej wartości szybkości, prawidłowy kształt sinusoidy, brak opisanych osi

2 pkt – opisanie osi, prawidłowy kształt sinusoidy, nieprawidłowo obliczona jedna z wartości – okresu, lub szybkości maksymalnej lub niewłaściwa wartość szybkości początkowej

1 pkt – opisanie osi, prawidłowy kształt sinusoidy, brak prawidłowo obliczonych wartości okresu i szybkości maksymalnej

Zad 4

Prawidłowa odpowiedź

Z zasady zachowania energii początkowa energia potencjalna jest równa końcowej energii potencjalnej

$$E_{p0} = E_{kk} \quad mg \cdot \left(\frac{1}{2}H\right) = \frac{I\omega^2}{2} \quad \omega = \sqrt{\frac{mgH}{I}}$$

$$v = \omega \cdot H = \sqrt{3gH} \approx 19 \frac{m}{s}$$

Schemat punktowania:

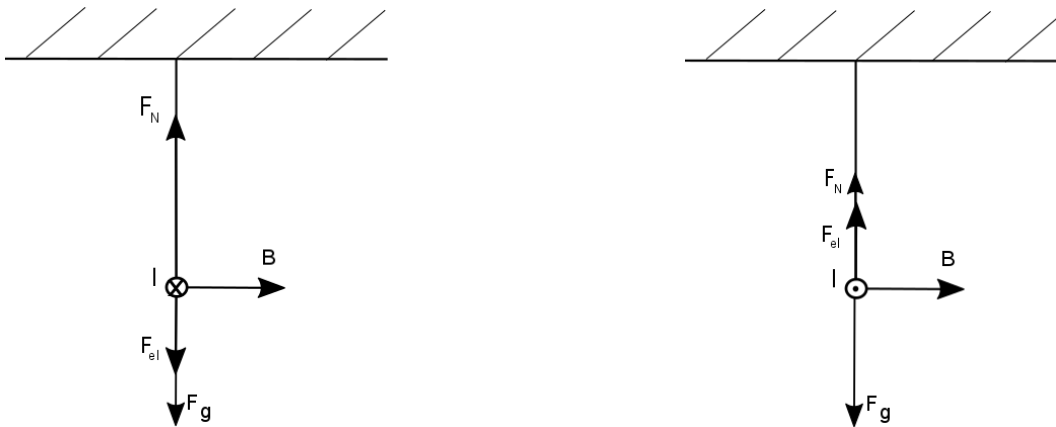
3 pkt – prawidłowe zasady zachowania energii, prawidłowe przekształcenia, prawidłowy wynik wraz z jednostką

2 pkt – prawidłowe zastosowanie zasady zachowania energii, prawidłowe przekształcenia, nieprawidłowy wynik lub prawidłowy wynik z niewłaściwą jednostką lub brak jednostki

1 pkt – prawidłowe zastosowanie zasady zachowania energii, nieprawidłowe przekształcenie wzorów

Zad 5

Prawidłowa odpowiedź



Schemat punktowania:

Prawidłowo wykonane rysunki – po 1 pkt

Dla każdego przypadku prawidłowe obliczenie siły napięcia – po 1 pkt

Przypadek 1 – prąd płynie za płaszczyznę rysunku:

$$F_N = F_g + F_{el} = mg + Bil = 0,14N$$

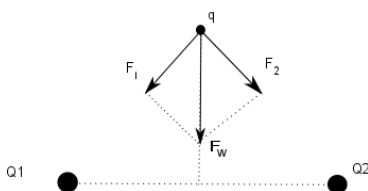
Przypadek 2 – prąd płynie przed płaszczyznę rysunku:

$$F_N = F_g - F_{el} = mg - Bil = 0,06N$$

1 pkt - prawidłowe wskazanie sił działających na przewodnik – siły grawitacji, siły elektrodynamicznej i naprężenia , błędne obliczenia

Zad 6.1

Prawidłowa odpowiedź



Siłą dośrodkową działająca na pyłek jest wypadkowa sił elektrostatycznych pochodzących od obu ładunków. Rozważając geometrię układu otrzymujemy odległości pyłka od każdego z ładunków $r_1 = r_2 = \sqrt{2}R$, wartość siły wypadkowej: $F_w = F_1\sqrt{2} = F_2\sqrt{2} = \sqrt{2} \frac{kQ \cdot q}{r_1^2}$

$$\frac{mv^2}{R} = \sqrt{2} \frac{kQ \cdot q}{r_1^2} \quad v = \sqrt{\frac{\sqrt{2}kQq}{2Rm}} = 6 \cdot 10^4 \frac{m}{s}$$

Schemat punktowania:

5 pkt – prawidłowe zestawienie wzorów, zależności, prawidłowy wynik wraz z jednostką

4 pkt – prawidłowe zestawienie wzorów i zależności, błąd obliczeniowy, brak wyniku, niewłaściwa jednostka lub brak jednostki

Przyznajemy po 1 punkcie za każdy z rozwiązanych problemów:

1 pkt – Prawidłowe wskazanie siły dośrodkowej jako wypadkowej sił elektrostatycznych działających na pyłek,

1 pkt - Prawidłowe wyznaczenie odległości pyłku od ładunków i wykorzystanie tego w zapisie wzoru na siłę elektrostatyczną między pyłkiem, a każdym z ładunków

1 pkt – Prawidłowe zapisanie zależności pozwalającej obliczyć siłę wypadkową sił elektrostatycznych działających na ładunek

Zad 6.2

Prawidłowa odpowiedź

Stosunek sił grawitacji i elektrostatycznej działającej na pyłek: $\frac{F_e}{F_g} = \frac{\frac{kQq}{r^2}}{mg} \approx 2,4 \cdot 10^9$

Siłę grawitacji możemy zaniedbać, ponieważ jej wartość jest kilka miliardów razy mniejsza niż wartość siły elektrostatycznej działającej na pyłek

Schemat punktowania:

2 pkt – prawidłowe obliczenie stosunku siły elektrostatycznej do siły grawitacji, prawidłowo sformułowana odpowiedź

1 pkt – brak jednego z powyższych elementów

Zad 7.1

Prawidłowa odpowiedź

Energia fotonu $E_f = \frac{h \cdot c}{\lambda} \approx 1,99 \cdot 10^{-18} J \approx 12,4 eV$

Schemat punktowania:

3 pkt – Prawidłowe zastosowanie wzoru na energię fotonu, wybór odpowiedniej długości fali, prawidłowo obliczone wyniki wraz z jednostkami

2 pkt – prawidłowe zastosowanie wzoru na energię fotonu, błąd obliczeniowy, niewłaściwie przeliczone jednostki lub brak jednostek

1 pkt – prawidłowe zastosowanie wzoru na energię fotonu, nieprawidłowo dobrana długość

Zad 7.2

Prawidłowa odpowiedź

$$\text{Praca wyjścia dla niklu: } W = \frac{h \cdot c}{\lambda_{gr}} \approx 8 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 5 \text{ eV}$$

Schemat punktowania:

3 pkt – prawidłowe zastosowanie wzorów, prawidłowe wyniki wraz z jednostkami

2 pkt – prawidłowe zastosowanie wzorów, prawidłowe dobranie wartości długości, błąd obliczeniowy, niewłaściwie przeliczenie jednostek, lub brak jednostek

1 pkt – prawidłowe zastosowanie wzorów, niewłaściwie dobrana długość fali

Zad 7.3

Prawidłowa odpowiedź

$$E_k = E_f - W = \frac{h \cdot c}{\lambda} - \frac{h \cdot c}{\lambda_{gr}} = 11,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, \text{ gdzie } m - \text{masa elektronu } v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} \approx 1,6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Schemat punktowania:

3 pkt – prawidłowe zestawienie wzorów, prawidłowe wyniki wraz z jednostkami

2 pkt – Prawidłowe zależności pozwalające obliczyć energię kinetyczną wybitego elektronu oraz jego szybkość, błąd obliczeniowy, brak jednostki lub niewłaściwa jednostka

1 pkt – Prawidłowo obliczona energia kinetyczna elektronu, brak obliczenia szybkości, lub błędnie obliczona

Zad 8.1

Prawidłowa odpowiedź

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{socz}}{n_{otocz}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = 0,4 \text{ m}$$

Schemat punktowania:

2 pkt - Prawidłowe wykorzystanie wzoru na ogniskową soczewki, prawidłowy wynik wraz z jednostką

1 pkt – Prawidłowe wykorzystanie wzoru na ogniskową soczewki (uwzględniając znak „-”, dla krzywizny wklęsłej), błędny wynik, błędna jednostka lub brak jednostki

Zad 8.2

Prawidłowa odpowiedź

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}; \quad x = \frac{f \cdot y}{y-f}$$

$$p = \frac{|y|}{x}; \quad y = -0,25m; \quad p = 7,25$$

Schemat punktowania:

2 pkt – prawidłowe zestawienie i wykorzystanie równania soczewki oraz wzoru na powiększenie, prawidłowy wynik

1 pkt - prawidłowe zestawienie i wykorzystanie równania soczewki oraz wzoru na powiększenie, nieprawidłowy wynik

Zad 9

Prawidłowa odpowiedź

$$\rho_n g h_n = \rho_w g h_w; \quad h_w = 12,8cm$$

$$h_n - h_w = 3,2 cm$$

Schemat punktowania:

3 pkt –porównanie wzorów na wartość ciśnienia hydrostatycznego wywieranego przez naftę i wodę, prawidłowe obliczenia różnicy wysokości słupa wody i nafty wraz z jednostką

2 pkt – porównanie wzorów na wartość ciśnienia hydrostatycznego wywieranego przez naftę i wodę, zapisanie różnicy wysokości słupa wody i nafty, błąd obliczeniowy, brak jednostki lub niewłaściwa jednostka

1 pkt - porównanie wzorów na wartość ciśnienia hydrostatycznego wywieranego przez naftę i wodę, zapisanie zależności pozwalającej na obliczenie wysokości słupa wody

Zad 10

Prawidłowa odpowiedź

Układ inercjalny:

$$a = \frac{F_g - F_r}{m}; \quad |F_n| = |F_r| = F_g - a \cdot m = 96N$$

Układ nieinercyjny

$$F_n = F_g - F_b = mg - ma = 96N$$

Schemat punktowania:

3 pkt – prawidłowe zapisanie zależności, właściwe wskazanie układu odniesienia, prawidłowy wynik wraz z jednostką

2 pkt - prawidłowe zapisanie zależności, prawidłowy wynik wraz z jednostką bez określenia układu odniesienia, lub prawidłowe wskazanie układu odniesienia z nieprawidłowym wynikiem, lub wynikiem bez jednostki

1 pkt - prawidłowe zapisanie zależności i obliczenie wyniku, lecz niewłaściwe wskazanie układu odniesienia