Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

EGZAMIN MATURALNY

W ROKU SZKOLNYM 2017/2018

FIZYKA

POZIOM ROZSZERZONY

FORMUŁA OD 2015

(„NOWA MATURA”)

ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

ARKUSZ MFA-R1

MAJ 2018

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

Gdy wymaganie dotyczy materiału gimnazjum, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu edukacyjnego, dopisano (P).

Zadanie 1.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu, 12.2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych).

Schemat punktowania

2 p. – opisanie i wyskalowanie prawidłowo zorientowanych osi oraz prawidłowe narysowanie wykresu zależności prędkości od czasu.

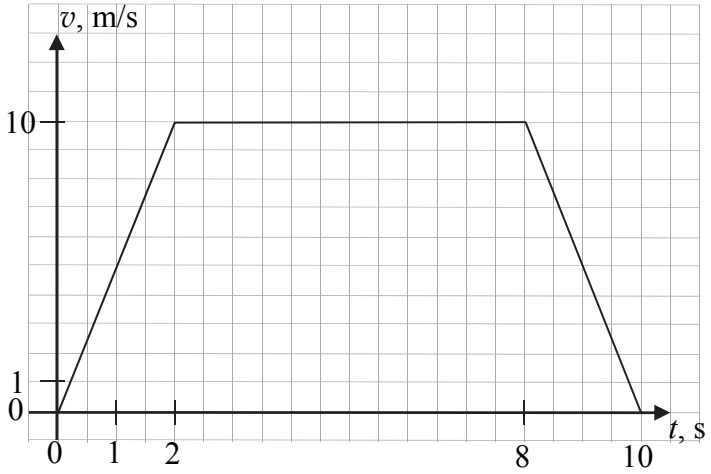
1 p. – narysowanie wykresu zależności prędkości od czasu o poprawnym kształcie trapezu oraz poprawna orientacja i oznaczenie obu osi (symbol, jednostka) lub poprawna orientacja i wyskalowanie obu osi

lub

– poprawna orientacja, wyskalowanie i oznaczenie obu osi oraz prawidłowe narysowanie wykresu co najmniej w jednym z przedziałów.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie



Zadanie 1.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością, i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowe obliczenie drogi obydwu samochodów i prędkości maksymalnej drugiego samochodu, wyniki podane z jednostkami.

2 p. – prawidłowe obliczenie drogi pierwszego samochodu oraz prawidłowa metoda obliczenia prędkości maksymalnej drugiego samochodu (np. zapisanie równań równoważnych jak sposobie 1. lub 2. przedstawionego rozwiązania)
lub
– prawidłowa metoda obliczenia drogi pierwszego samochodu (z błędem rachunkowym) oraz obliczenie prędkości maksymalnej drugiego samochodu wynikającej z obliczonej drogi
lub
– prawidłowa metoda obliczenia przyspieszenia (lub opóźnienia) drugiego samochodu i prawidłowy wynik z jednostką
lub
– prawidłowe obliczenie prędkości maksymalnej drugiego samochodu.

1 p. – prawidłowa metoda obliczenia drogi przebytej przez pierwszy samochód i prawidłowy wynik z jednostką
lub
– prawidłowa metoda obliczenia drogi pierwszego samochodu oraz prawidłowa metoda obliczenia prędkości maksymalnej drugiego samochodu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1. („metoda pola”)

Korzystamy z twierdzenia, że pole pod wykresem wartości prędkości od czasu jest równe drodze przebytej przez ciało w danym czasie (przy odpowiednio wyskalowanych osiach). Zapisujemy wzór na drogę dla pierwszego samochodu i wykonujemy obliczenia:

$$s_1 = \frac{1}{2} \cdot \left(10 \ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 6 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 10 \ \text{s} = 80 \ \text{m}$$

Maksymalną wartość prędkości drugiego samochodu obliczamy z warunku zadania oraz ze wzoru na drogę wykorzystującego metodę pola.

$$s_1 = s_2 \ \text{ oraz } \ s_2 = \frac{1}{2} v_{2\text{max}} \cdot (5 \ \text{s} + 5 \ \text{s}) \ \rightarrow \ 80 \ \text{m} = \frac{1}{2} v_{2\text{max}} \cdot 10 \ \text{s} \ \rightarrow \ v_{2\text{max}} = 16 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sposób 2. (z równań ruchu)

Obliczamy drogę jaką przebył pierwszy samochód:

$$s_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \ \text{s} \cdot 10 \ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 6 \ \text{s} \cdot 10 \ \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{1}{2} \cdot 2 \ \text{s} \cdot 10 \ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 80 \ \text{m}$$

Obliczamy przyspieszenie (oraz opóźnienie) drugiego samochodu, wiedząc, że $s_2 = s_1$:

$$\left(\frac{s_2}{2}\right) = \frac{1}{2} a \left(\frac{t}{2}\right)^2 \ \rightarrow \ a = \frac{4 s_2}{t^2} \ \rightarrow a = \frac{320}{10^2} \ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3{,}2 \ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Obliczamy v_{2max}:

$$v_{2max} = a \left(\frac{t}{2}\right) = 3{,}2 \ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \ \text{s} = 16 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 5.1) (G) nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych, 9.1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, 9.3) analizuje ruch cząstki naładowanej […] w polu magnetycznym.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe narysowanie trzech wektorów indukcji magnetycznej w punktach X, A, Y oraz prawidłowe narysowanie siły działającej na cząstkę w punkcie A.

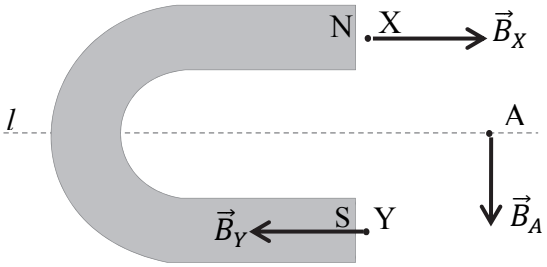
1 p. – prawidłowe narysowanie trzech wektorów indukcji magnetycznej w punktach X, A, Y (wektor indukcji magnetycznej w A musi mieć kierunek pionowy i zwrot w dół)
lub
– narysowanie siły działającej na cząstkę w punkcie A zgodnie z narysowanym pionowo wektorem indukcji magnetycznej
lub
– narysowanie poziomej siły działającej na cząstkę w punkcie A zgodnie z narysowaną linią pola (lub jej fragmentem przechodzącym przez A) o poprawnym kształcie i zaznaczonym zwrocie (w dowolnym miejscu linii).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

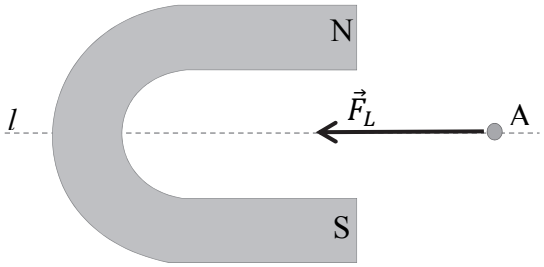
Poprawne rozwiązania

Sposób 1.

Rysunek do polecenia a).

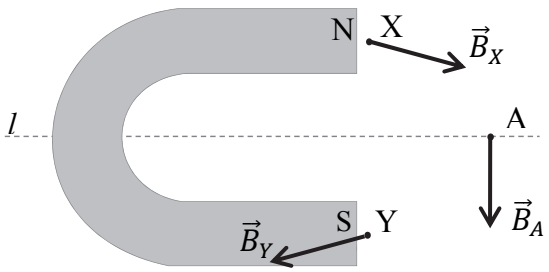


Rysunek do polecenia b).

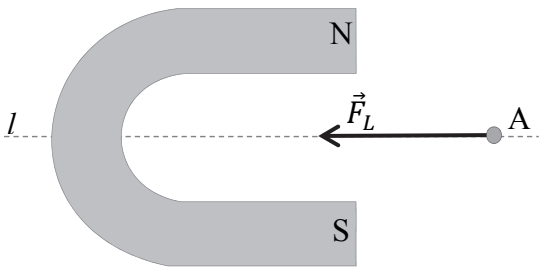


Sposób 2. (wektory indukcji magnetycznej w X i Y mogą być narysowane ukośnie)

Rysunek do polecenia a).



Rysunek do polecenia b).



Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 7.2) posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, 7.5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego, 7.12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie klatki Faradaya.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe wpisanie wartości natężenia pola elektrycznego w punktach B, C, D.

1 p. – prawidłowe wpisanie wartości natężenia pola elektrycznego w punkcie B
lub
– prawidłowe wpisanie wartości natężenia pola elektrycznego w punktach C i D.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

Punkt	A	B	C	D
Wartość natężenia pola elektrycznego	E	$\frac{E}{4}$	0	0

Zadanie 4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 4.3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego, 4.4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe ustalenie relacji pomiędzy masami wszystkich planet oraz prawidłowe uzasadnienie odwołujące się do wzoru na przyspieszenie grawitacyjne w sferycznie symetrycznym, centralnym polu grawitacyjnym.

1 p. – zastosowanie wzoru na przyspieszenie grawitacyjne w polu centralnym sferycznie symetrycznym (lub równoważny opis słowny) i ustalenie prawidłowej relacji pomiędzy co najmniej dwoma masami
lub
– prawidłowe ustalenie relacji pomiędzy masami wszystkich planet bez uzasadnienia.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Przykładowe rozwiązanie
Ustalenie relacji pomiędzy masami planet:

$$M_2 > M_1 > M_3 > M_4$$

Uzasadnienie**:** dla ustalonego *r*, takiego, że $r > R_4$ odczytujemy z wykresu, że

$$a_{g2}(r) > a_{g1}(r) > a_{g3}(r) > a_{g4}(r)$$

Po zastosowaniu wzoru na przyspieszenie grawitacyjne w polu centralnym, sferycznie symetrycznym, mamy:

$$\frac{GM_2}{r^2} > \frac{GM_1}{r^2} > \frac{GM_3}{r^2} > \frac{GM_4}{r^2}$$

Z powyższego wynika, że

$$M_2 > M_1 > M_3 > M_4$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl

Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 5.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.4) (G) opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona, 1.9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał, 1.12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A3

Zadanie 5.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona, 1.9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał, 1.12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.

Schemat punktowania
2 p. – prawidłowa metoda obliczenia masy dosypanego piasku i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
1 p. – zapisanie warunku z nierównością sił z uwzględnieniem ciężaru dosypanego piasku (dopuszcza się zapis bez wzoru na maksymalną siłę tarcia, np. $T_{\max} < (m_{dolny} + m)g$ lub analogiczny zapis z równością).
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie
Dosypujemy tyle piasku, aby siła napięcia nici działająca na górne pudełko była większa od maksymalnej siły tarcia statycznego (wprawienie w ruch).
Zatem:

$$\mu_s m_{gorny} g < (m_{dolny} + m)g \quad \rightarrow \quad m > \mu_s m_{gorny} - m_{dolny} \quad \rightarrow \quad m > 0{,}05\ \text{kg}$$

Masa piasku, jaką należy dosypać musi być większa od 0,05 kg.

Uwaga! Uznaje się za prawidłowe i równoważne powyższemu rozwiązanie, gdy do obliczenia minimalnej masy piasku zostanie napisany warunek równowagi sił:

$$\mu_s m_{gorny} g = (m_{dolny} + m)g \quad \rightarrow \quad m = \mu_s m_{gorny} - m_{dolny} \quad \rightarrow \quad m = 0{,}05\ \text{kg}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) oblicza pracę siły na danej drodze, 2.3) (G) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii, 3.2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym.

Schemat punktowania
2 p. – prawidłowa metoda obliczenia pracy oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
1 p. – zapisanie warunku, że praca wykonana przez siłę, z jaką pracownik ciągnie za linę podnoszącą deskę, jest równa zmianie energii potencjalnej środka masy deski.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie
Praca, jaka musi zostać wykonana, jest równa zmianie energii potencjalnej deski. Środek masy deski pokonuje w pionie drogę równą połowie długości deski, zatem

$$W_F = mg\Delta h_{SM}, \quad \Delta h_{SM} = \frac{l}{2} \quad \rightarrow \quad W_F = mg\frac{l}{2}$$

$$W_F = 20\ \text{kg} \cdot 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2\ \text{m} = 392\ \text{J} \approx 400\ \text{J}$$

Zadanie 6.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 2.3) oblicza momenty sił, 2.4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił), 2.5) wyznacza położenie środka masy.

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia siły, z jaką pracownik działał na linę, oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 p. – prawidłowe zapisanie warunku równowagi momentów sił względem punktu podparcia deski (z poprawnym uwzględnieniem punktów zaczepienia sił, ramion sił i kierunków sił)
lub
– zapisanie warunku równowagi sił oraz zapisanie warunku równowagi momentów sił względem punktu środka masy (z poprawnym uwzględnieniem punktów zaczepienia sił, ramion sił i kierunków sił).

1 p. – zapisanie warunku równowagi momentów sił.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

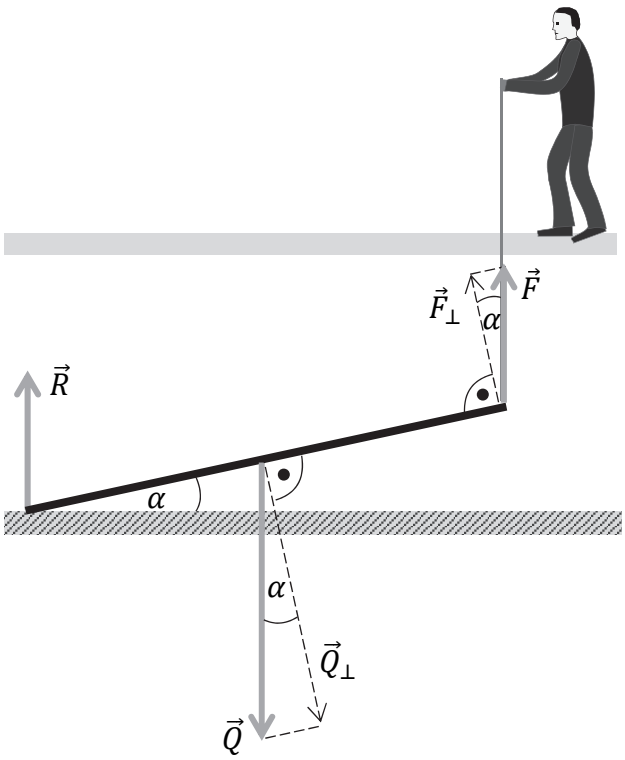
Sposób 1.

Korzystamy z warunku równowagi momentów sił względem punktu podparcia deski:

$$\frac{l}{2}\cdot Q_{\perp} = l\cdot F_{\perp}$$

$$\frac{l}{2}\cdot Q\cos\alpha = l\cdot F\cos\alpha \;\rightarrow\; F=\frac{Q}{2}$$

$$F = 98{,}1\ \text{N} \approx 100\ \text{N}$$



Sposób 2.

Korzystamy z warunku równowagi momentów sił względem punktu podparcia deski:

$$\frac{l_{\perp}}{2}\cdot Q = l_{\perp}\cdot F \;\rightarrow\; F=\frac{Q}{2}$$

$$F = 98{,}1\ \text{N} \approx 100\ \text{N}$$

Sposób 3.

Korzystamy z warunku równowagi momentów sił względem punktu środka masy deski oraz z warunku równowagi sił działających na deskę:

$$\frac{l_{\perp}}{2}\cdot R = \frac{l_{\perp}}{2}\cdot F \;\text{ oraz }\; R+F=Q \;\rightarrow\; R=F \;\text{ oraz }\; R+F=Q \;\rightarrow$$

$$2F = Q \;\rightarrow\; F = 98{,}1\ \text{N} \approx 100\ \text{N}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 6.3. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 2.3) oblicza momenty sił, 2.4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił).

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
B3

Zadanie 6.4. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) oblicza pracę siły na danej drodze, 2.4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił).

Schemat punktowania
1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
1. **P** 2. **P** 3. **P**

Zadanie 7.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 1.10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu […] podczas zjawiska odrzutu, 2.3) (G) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii.

Schemat punktowania
1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
1. **P** 2. **F** 3. **F**

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 7.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał […] podczas zjawiska odrzutu, 2.3) (G) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii, 3.2) oblicza wartość energii kinetycznej ciał […].

Schemat punktowania

3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia prędkości chłopca A oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 p. – uwzględnienie relacji pomiędzy prędkościami chłopców po odepchnięciu się oraz zapisanie równości prac wraz z prawidłowym wykorzystaniem związków pomiędzy pracami i energiami kinetycznymi.

1 p. – uwzględnienie relacji pomiędzy prędkościami chłopców po odepchnięciu się ($v_A = v_B$) *lub*
– zapisanie równości prac wraz z prawidłowym wykorzystaniem związków pomiędzy pracami i energiami kinetycznymi.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

W celu rozwiązania zadania korzystamy:

1) z założenia, że praca wykonana przez siły wprawiające układy w ruch, jest w obu doświadczeniach taka sama:

$$W_1 = W_2$$

2) ze związku pomiędzy pracą i zmianą energii kinetycznej w pierwszym doświadczeniu:

$$W_1 = E_{kin1\,kon} - E_{kin1\,pocz} = \frac{1}{2}m_A v^2 - 0$$

3) ze związku pomiędzy pracą i zmianami energii kinetycznych w drugim doświadczeniu:

$$W_2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 - 0 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 - 0$$

4) z zasady zachowania pędu układu (chłopcy A i B z deskorolkami) w drugim doświadczeniu i założenia o równości mas chłopców:

$$0 = m_A v_A - m_B v_B \text{ oraz } m_A = m_B$$

Z 4) uzyskujemy, że $v_A = v_B$. W związku z tym, na mocy 1), 2) i 3), możemy obliczyć prędkość, jaką uzyskał chłopiec A tuż po odepchnięciu się od B. Zatem:

$$\frac{1}{2}m_A v^2 = \frac{1}{2}m_A v_A^2 + \frac{1}{2}m_B v_B^2 \;\rightarrow\; v^2 = v_A^2 + v_B^2 \;\rightarrow\; v^2 = 2v_A^2 \;\rightarrow\; v_A = \frac{v}{\sqrt{2}} = 2{,}83\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Uwaga! Zasada zachowania pędu może być zastąpiona innym argumentem. Podczas odepchnięcia, zgodnie z trzecią zasadą dynamiki, na obu chłopców działają siły o tych samych wartościach i przeciwnych zwrotach. Siły te, działające w tym samym czasie na takie same masy chłopców, nadadzą chłopcom prędkości o tych samych wartościach i przeciwnych zwrotach.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 8.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego, 5.6) oblicza […] pracę wykonaną w przemianie izobarycznej, 5.1) stosuje równanie stanu gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu.

Schemat punktowania
2 p. – prawidłowe podkreślenia w obu zdaniach.
1 p. – prawidłowe podkreślenia w jednym zdaniu.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź
1. Praca całkowita wykonana w jednym cyklu przez silnik I jest (*mniejsza niż / taka sama jak / większa niż*) praca całkowita wykonana w jednym cyklu przez silnik II.
2. Maksymalna temperatura gazu w silniku I jest (*mniejsza niż / taka sama jak / większa niż*) maksymalna temperatura gazu w silniku II.

Zadanie 8.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 5.10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymienione ciepło i wykonaną pracę.

Schemat punktowania
1 p. – prawidłowe obliczenie sprawności silnika I.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

$$\eta = \frac{W_{calkowita}}{Q_{pobrane}} = \frac{Q_{pobrane} - Q_{oddane}}{Q_{pobrane}} \quad \rightarrow \quad \eta = \frac{23\ \text{kJ} - 19\ \text{kJ}}{23\ \text{kJ}} = 0{,}17 \qquad (\eta = 17\%)$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 8.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 5.1) stosuje równanie stanu gazu doskonałego do wyznaczenia parametrów gazu, 5.3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego, 5.6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej, 5.7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia ciepła (z powołaniem się na równanie Clapeyrona i wykorzystaniem zależności między wymienionym ciepłem i przyrostem temperatury) oraz prawidłowy wynik.

1 p. – zapisy pozwalające wyznaczyć stosunek ciepeł pobranych w obu przemianach izochorycznych równy stosunkowi przyrostu temperatur
lub
– zapisanie, że w przemianie izochorycznej przyrost temperatury jest proporcjonalny do przyrostu ciśnienia oraz zapisanie wzoru na ciepło pobrane w przemianie izochorycznej
lub
– zapisanie prawidłowego wyniku bez powoływania się na odpowiednie zależności.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy ze wzoru na ciepło pobrane w przemianie izochorycznej (w objętości V_1) przez silnik II oraz z własności tej przemiany i równania Clapeyrona:

$$Q_{II} = nc_V\Delta T_{II} \text{ oraz } \Delta p_{II} = \frac{nR}{V_1}\Delta T_{II}$$

Podobne związki mamy dla przemiany izochorycznej (w objętości V_1) w silniku I:

$$Q_I = nc_V\Delta T_I \text{ oraz } \Delta p_I = \frac{nR}{V_1}\Delta T_I$$

Zauważamy, że stosunek ciepeł jest równy stosunkowi przyrostów temperatur, a stosunek przyrostów temperatur jest równy stosunkowi przyrostów ciśnień:

$$\frac{Q_{II}}{Q_I} = \frac{\Delta T_{II}}{\Delta T_I} \quad \rightarrow \quad \frac{Q_{II}}{Q_I} = \frac{\Delta p_{II}}{\Delta p_I} = \frac{3p_1 - p_1}{2p_1 - p_1} = 2$$

Ostatecznie otrzymujemy $Q_{II} = 2Q_I = 2 \cdot 3\ \text{kJ} = 6\ \text{kJ}$.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 9.1. (0–1)

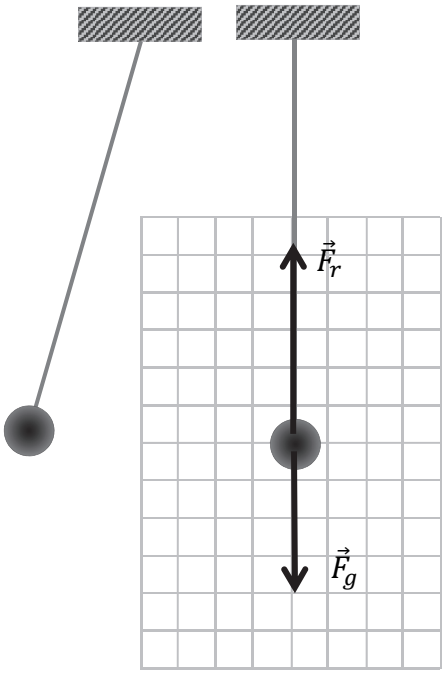
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.2) (P) wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej, 1.1) wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe), 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

Schemat punktowania

1 p. – prawidłowe narysowanie wektorów sił wraz z ich oznaczeniami oraz prawidłowe zapisanie relacji pomiędzy wartościami sił.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Rysunek 1. Rysunek 2.



Poprawne rozwiązanie

(Rysunek obok).

$$F_r > F_g$$

Zadanie 9.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 6.3) oblicza okres drgań […] wahadła matematycznego.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia czasu oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką zawarty w przedziale czasu od $t = 1{,}2$ s do $t = 1{,}3$ s.

1 p. – prawidłowa metoda pozwalająca wyznaczyć czas, po jakim kula dotrze od najwyższego do najniższego punktu toru
lub
– prawidłowe obliczenie okresu drgań wahadła
lub
– oszacowanie czasu bez powołania się na odpowiednie zależności.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1.

Oszacujemy okres wahań, przyjmując układ za wahadło matematyczne.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Za długość wahadła przyjmiemy odległość od nieruchomego końca liny do środka masy kuli:

$$l = d + r = 6\text{ m} + 0{,}4\text{ m} = 6{,}4\text{ m}$$

Zastosujemy wzór na okres wahadła matematycznego o długości l:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{6{,}4\text{ m}}{9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 5{,}07\text{ s} \approx 5{,}1\text{ s}$$

Czas, po jakim kula dotrze od najwyższego do najniższego punktu toru, wynosi ćwierć okresu:

$$t = \frac{T}{4} = 1{,}27\text{ s} \approx 1{,}3\text{ s}$$

Uwaga! Za długość wahadła l można było przyjąć wartość od l =d do l = d+2r. Zdający nie musi uwzględniać poprawek wynikających z modelu wahadła fizycznego. Skrajne wyniki wychodzą wtedy odpowiednio: $T = 4{,}91$ s $\approx 4{,}9$ s oraz $t = 1{,}23$ s $\approx 1{,}2$ s; $T = 5{,}23$ s $\approx 5{,}2$ s oraz $t = 1{,}31$ s $\approx 1{,}3$ s.

Sposób 2.

Poniżej przykładowe rozwiązanie – dla tych zdających, którzy do rozwiązania mogli użyć metod wykraczających poza podstawę programową – z wykorzystaniem modelu wahadła fizycznego zamiast matematycznego. Zapiszemy wzór na okres wahadła fizycznego:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I_z}{(m+M) \cdot g \cdot l_{SM}}}$$

gdzie I_z jest momentem bezwładności układu lina – kula względem punktu zaczepienia, m jest masą kuli, M jest masą liny, l_{SM} jest odległością od punktu zaczepienia liny do środka masy układu lina – kula. Skorzystamy dalej ze wzoru na środek masy oraz wzoru Steinera i addytywności momentów bezwładności:

$$I_z = \frac{2}{5}mr^2 + m(r+d)^2 + \frac{1}{3}Md^2, \qquad l_{SM} = \frac{(d+r)m + \frac{1}{2}Md}{m+M}$$

Po podstawieniu otrzymujemy:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{5}mr^2 + m(r+d)^2 + \frac{1}{3}Md^2}{g \cdot (d+r)m + \frac{1}{2}gMd}}$$

Zgodnie z poleceniem pominiemy masę liny M:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{2}{5}mr^2 + m(r+d)^2}{g \cdot (d+r)m}} = \cdots = 2\pi\sqrt{\frac{d+r}{g}} \cdot \sqrt{\frac{2}{5} \cdot \left(\frac{r}{r+d}\right)^2 + 1}$$

Po podstawieniu danych z zadania otrzymujemy:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{d+r}{g}} \cdot \sqrt{\frac{2}{5} \cdot \left(\frac{r}{r+d}\right)^2 + 1} \approx 2\pi\sqrt{\frac{d+r}{g}} \cdot 1{,}0008 \approx 5{,}08\text{ s} \approx 5{,}1\text{ s}$$

Czas, po jakim kula dotrze od najwyższego do najniższego punktu toru ruchu, wynosi ćwierć okresu:

$$t = \frac{T}{4} = 1{,}27\text{ s} \approx 1{,}3\text{ s}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 9.3. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 8.2) (G) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia, 12.7) krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku, 13.2) przeprowadza badania […] polegające na opisie i analizie wyników [pomiarów] dotyczących: […] ruchu wahadła.

Schemat punktowania
1 p. – zapisanie dwóch prawidłowych warunków.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.
Aby otrzymać punkt, to wszystkie zapisane warunki, niezależnie od ich liczby, muszą być prawidłowe.

Poprawna odpowiedź
Zapisanie dwóch spośród poniżej wymienionych założeń modelu wahadła matematycznego:
– ciało zawieszone na linie musi mieć bardzo małe rozmiary w stosunku do długości liny (idealnie, gdy jest ono punktem materialnym),
– lina, na której zawieszone jest ciało, musi mieć masę dużo mniejszą od masy ciała (idealnie, gdy lina jest nieważka),
– stosunek sił oporów powietrza działających na ciało do ciężaru ciała musi być dużo mniejszy od jedności (idealnie, gdy wahadło znajduje się w próżni),
– kąt maksymalnego wychylenia liny musi być bardzo mały,
– lina nie może być rozciągliwa,
– działanie tylko dwóch sił: reakcji liny oraz grawitacji.

Zadanie 10.1. (0–1)

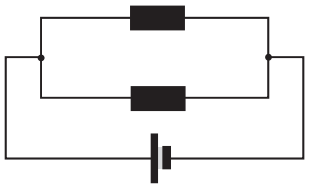
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 8.5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle.

Schemat punktowania
1 p. – prawidłowe narysowanie schematu łączenia oporników.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

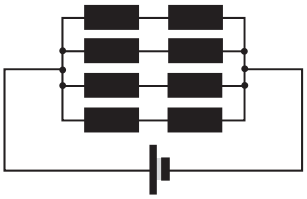
Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Poprawne rozwiązania

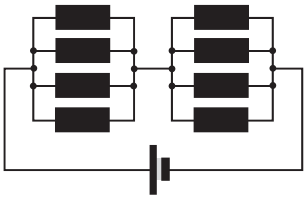
Sposób 1.



Sposób 2.



Sposób 3.



Zadanie 10.2. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 12.2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), 8.1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa […], 8.4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych, 12.7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń […].

Schemat punktowania a)

3 p. – prawidłowe narysowanie wykresu zależności *U(R)* (o kształcie gałęzi hiperboli) wraz z prawidłowo naniesionymi niepewnościami pomiarowymi oraz poprawnym opisem i skalowaniem prawidłowo zorientowanych osi.

2 p. – opisanie i wyskalowanie poprawnie zorientowanych osi oraz naniesienie punktów na wykres wraz z niepewnościami
lub
– opisanie i wyskalowanie poprawnie zorientowanych osi, naniesienie punktów na wykres bez niepewności oraz narysowanie krzywej (o kształcie gałęzi hiperboli).

1 p. – opisanie osi (symbol wielkości, jednostka wielkości) oraz dobranie skali jednostek (tak aby co najmniej połowa każdej z osi została wykorzystana) i naniesienie co najmniej 4 punktów
lub
– naniesienie punktów na wykres i narysowanie krzywej o kształcie gałęzi hiperboli przy niepoprawnym wyskalowaniu albo opisaniu osi.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

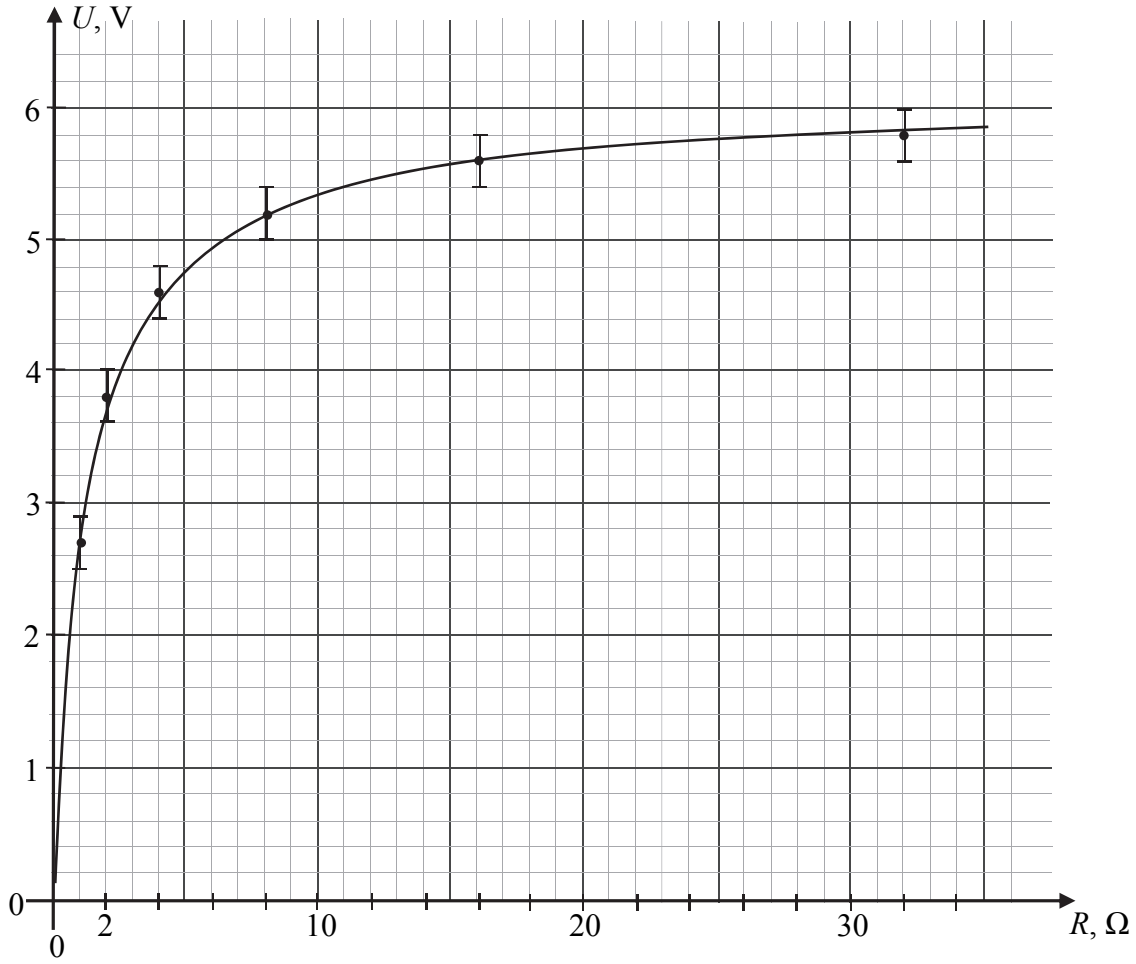
Schemat punktowania b)

1 p. – oszacowanie wartości SEM wynikające z kształtu wykresu (hiperboli) dla dużych *R*.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Poprawne rozwiązanie a)



Poprawne rozwiązanie b)

$$\varepsilon_{SEM} \approx 6\ \text{V}$$

Zadanie 10.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 8.1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego, 4.9) (G) stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych, 8.4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych, 12.3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia wartości SEM i oporu wewnętrznego oraz prawidłowe wyniki z jednostkami.

1 p. – zastosowanie wzoru wynikającego z drugiego prawa Kirchhoffa dla tego obwodu oraz zastosowanie związku pomiędzy natężeniem prądu płynącego przez opornik i napięciem na tym oporniku (może to być uwzględnione w jednym równaniu).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy z drugiego prawa Kirchhoffa dla tego obwodu oraz ze związku pomiędzy natężeniem prądu płynącego przez opornik i napięciem na tym oporniku:

$$\varepsilon_{SEM} = Ir + U \text{ oraz } U = IR \quad \rightarrow \quad \varepsilon_{SEM} = \frac{U}{R}r + U$$

Do ostatniego równania podstawiamy wartości z dwóch wybranych pomiarów, np. 2 i 4.

$$\varepsilon_{SEM} = \frac{3{,}8\ \text{V}}{2\ \Omega}r[\Omega] + 3{,}8\ \text{V} \text{ oraz } \varepsilon_{SEM} = \frac{5{,}2\ \text{V}}{8\ \Omega}r[\Omega] + 5{,}2\ \text{V} \rightarrow \varepsilon_{SEM} = 5{,}9\ \text{V},\ r = 1{,}12\ \Omega$$

Tabela poniżej przedstawia wyniki dla wszystkich możliwych par pomiarowych (R, U).

l.p.	Nr pomiarów k oraz l	U_k, V	U_l, V	R_k, Ω	R_l, Ω	$\varepsilon_{SEM\ kl}$, V	r_{kl}, Ω
1	2 oraz 4	3,8	5,2	2	8	5,93	1,12
2	2 oraz 5	3,8	5,6	2	16	6,01	1,16
3	2 oraz 6	3,8	5,8	2	32	6,01	1,16
4	2 oraz 3	3,8	4,6	2	4	5,83	1,07
5	2 oraz 1	3,8	2,7	2	1	6,41	1,38
6	3 oraz 1	4,6	2,7	4	1	6,01	1,23
7	3 oraz 4	4,6	5,2	4	8	5,98	1,2
8	3 oraz 5	4,6	5,6	4	16	6,04	1,25
9	3 oraz 6	4,6	5,8	4	32	6,02	1,24
10	4 oraz 1	5,2	2,7	8	1	5,99	1,22
11	4 oraz 5	5,2	5,6	8	16	6,07	1,33
12	4 oraz 6	5,2	5,8	8	32	6,03	1,28
13	5 oraz 1	5,6	2,7	16	1	6,03	1,23
14	5 oraz 6	5,6	5,8	16	32	6,01	1,19
15	6 oraz 1	5,8	2,7	32	1	6,02	1,23

Zadanie 11.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 10.6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.

Schemat punktowania

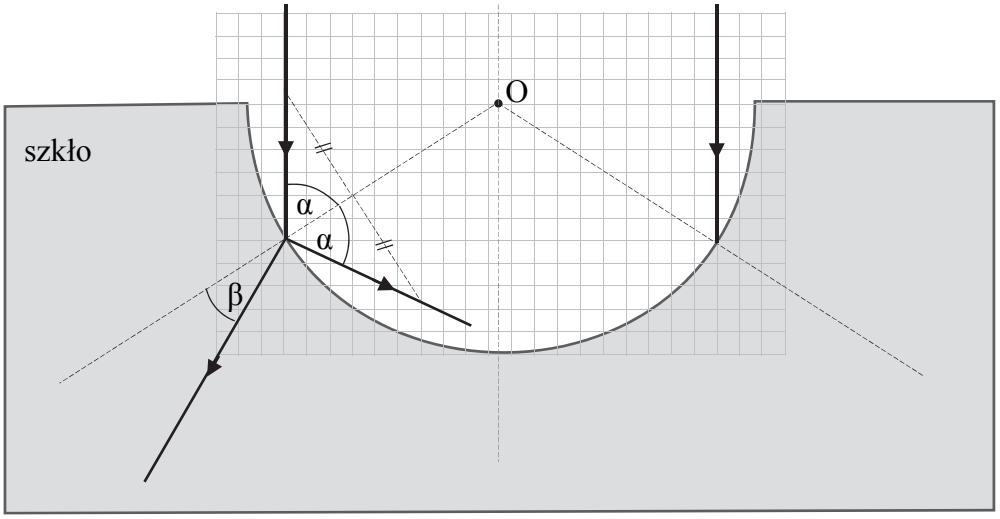
2 p. – prawidłowo narysowane oba promienie: kąt odbicia musi być równy kątowi padania, a kąt załamania musi być mniejszy od kąta padania. Promień odbity musi wyraźnie kierować się w dół.

1 p. – prawidłowo narysowany jeden z promieni (odbity lub załamany).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Poprawne rozwiązanie



Zadanie 11.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 7.5) (G) opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie, 8.2) (G) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia.

Schemat punktowania
1 p. – prawidłowa odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
Opisany w zadaniu bieg promieni będzie możliwy, gdy bezwzględny współczynnik załamania dla tej cieczy jest równy bezwzględnemu współczynnikowi załamania szkła, w którym wykonano wydrążenie. W takiej sytuacji, na mocy prawa Snelliusa, kąt załamania promienia w cieczy będzie równy kątowi padania promienia na granicę cieczy i szkła.

lub

Opisany w zadaniu bieg promieni będzie możliwy, gdy prędkość światła w tej cieczy równa jest prędkości światła w szkle, w którym wykonano wydrążenie. W takiej sytuacji, na mocy prawa Snelliusa, kąt załamania promienia w cieczy będzie równy kątowi padania promienia na granicę cieczy i szkła.

Uwaga! Uznawane są odpowiedzi, w których powołano się na równość „gęstości optycznych" cieczy i szkła.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 12.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.12) opisuje fale stojące […].

Schemat punktowania
1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A

Zadanie 12.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 6.12) opisuje fale stojące […].

Schemat punktowania
1 p. – prawidłowe wyznaczenie maksymalnej długości fali stojącej.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie
Odległość pomiędzy unieruchomionymi końcami struny musi być wielokrotnością połowy długości fali. W przypadku największej możliwej długości fali połowa tej długości musi się równać długości struny:

$$n \cdot \frac{\lambda}{2} = d \quad \rightarrow \quad 1 \cdot \frac{\lambda_{max}}{2} = d \quad \rightarrow \quad \lambda_{\max} = 2d \quad \rightarrow \quad \lambda_{\max} = 180\ \text{cm}$$

Zadanie 12.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 6.12) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie, 6.8) stosuje w obliczeniach związek pomiędzy parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Schemat punktowania
2 p. – prawidłowe wykazanie, że możliwe jest wytworzenie drgania o częstotliwości 1575 Hz.
1 p. – zastosowanie zależności pomiędzy *n*-tą częstotliwością drgania a częstotliwością podstawową
lub
– zapisanie związku pomiędzy częstotliwością i długością fali oraz warunku na długość fali stojącej na strunie.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania
Sposób 1.
Korzystamy ze wzoru na częstotliwość drgania n-tej składowej harmonicznej dla struny z unieruchomionymi końcami i zauważamy, że różnica kolejnych częstotliwości jest stała i równa częstotliwości pierwszej składowej harmonicznej:

$$f_n = n\,f_1 \;\rightarrow\; f_n - f_{n-1} = n\,f_1 - (n-1)\,f_1 = f_1 \;\rightarrow\; f_1 = 675\ \text{Hz} - 450\ \text{Hz} = 225\ \text{Hz}$$

Sprawdzamy, czy możliwe jest wytworzenie drgania o częstotliwości 1575 Hz:

$$1575\ \text{Hz} = k \cdot 225\ \text{Hz} \quad \rightarrow \quad k = 7$$

Odp.: Tak, możliwe jest wytworzenie drgań o częstotliwości 1575 Hz.

Sposób 2.
Wyprowadzamy wzór na częstotliwość drgania *n*-tej składowej harmonicznej dla struny o długości *d* z unieruchomionymi końcami:

$$v = \lambda f \;\rightarrow\; v = \frac{2d}{n}\cdot f \;\rightarrow\; f_n = n\cdot\frac{v}{2d} \;\rightarrow\; f_n = n\,f_1 \ \text{ oraz } \ f_1 = \frac{v}{2d}$$

Zauważamy, że różnica kolejnych częstotliwości jest stała i równa częstotliwości pierwszej składowej harmonicznej:

$$f_n = n\,f_1 \quad \rightarrow \quad f_n - f_{n-1} = f_1 \quad \rightarrow \quad f_1 = 675\ \text{Hz} - 450\ \text{Hz} = 225\ \text{Hz}$$

Sprawdzamy, czy możliwe jest wytworzenie drgania o częstotliwości 1575 Hz:

$$1575\ \text{Hz} = k \cdot 225\ \text{Hz} \quad \rightarrow \quad k = 7$$

Odp.: Tak, możliwe jest wytworzenie drgań o częstotliwości 1575 Hz.

Sposób 3.
Korzystamy ze wzoru (lub wyprowadzamy ten wzór, jak powyżej) na częstotliwość drgania n-tej składowej harmonicznej dla struny z unieruchomionymi końcami:

$$f_n = n\,f_1$$

Podstawiamy dane i wyznaczamy f_1:

$$675\ \text{Hz} = nf_1 \quad \text{oraz} \quad 450\ \text{Hz} = (n-1)f_1 \quad \rightarrow \quad f_1 = 225\ \text{Hz}$$

Sprawdzamy, czy możliwe jest wytworzenie drgania o częstotliwości 1575 Hz.

$$1575\ \text{Hz} = k \cdot 225\ \text{Hz} \quad \rightarrow \quad k = 7$$

Odp.: Tak, możliwe jest wytworzenie drgań o częstotliwości 1575 Hz.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 13.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 3.1) (P) posługuje się pojęciami […] jądro atomowe, 3.3) (P) wymienia właściwości promieniowania jądrowego α, 7.1) wykorzystuje prawo Coulomba, 1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

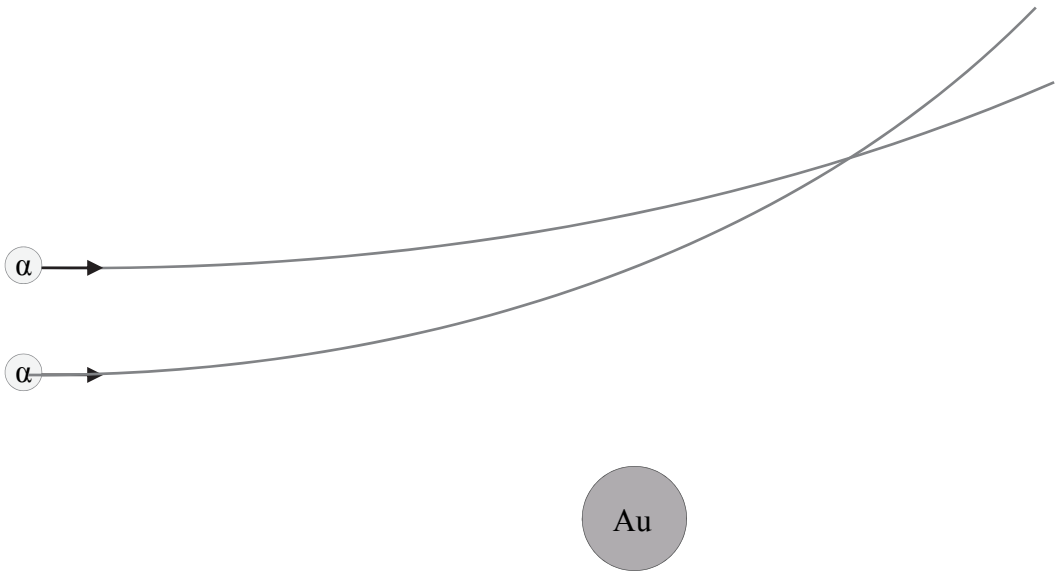
Schemat punktowania

1 p. – prawidłowo narysowane tory obu cząstek: oba tory odchylają się od jądra, a krzywizna toru cząstki poruszającej się bliżej jądra jest większa.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawne rozwiązanie

Narysowanie dwóch zakrzywionych torów, jak na rysunku poniżej, uwzględniających:
1) odchylanie się każdego z nich do góry (cząstka α i jądro złota odpychają się),
2) większe zakrzywienia toru cząstki poruszającej się bliżej jądra (cząstka α bliżej jądra podlega większej sile, co skutkuje większymi zmianami wektora pędu cząstki w ustalonych odstępach czasu).



Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 13.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) (P) posługuje się pojęciami […] jądro atomowe, […] proton, […] elektron; podaje skład jądra atomowego, 12.8) przedstawia […] tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki.

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
C1

Zadanie 13.3. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.1) (P) posługuje się pojęciami: […] deficytu masy i energii wiązania.

Schemat punktowania
1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
1. **P** 2. **P** 3. **F**

Zadanie 13.4. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 3.1) (P) podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej, 3.3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Schemat punktowania
3 p. – prawidłowa metoda obliczenia początkowej energii kinetycznej oraz prawidłowy wynik liczbowy podany w MeV (lub eV).
2 p. – prawidłowa metoda obliczenia początkowej energii kinetycznej (identyfikacja ładunków cząstki α i jądra złota, zastosowanie zasady zachowania energii, prawidłowa identyfikacja danych) oraz prawidłowy wynik liczbowy, który nie został podany w MeV
lub
– prawidłowa metoda obliczenia początkowej energii kinetycznej (identyfikacja ładunków cząstki α i jądra złota, zastosowanie zasady zachowania energii, prawidłowa identyfikacja danych), prowadząca do wyniku w MeV, oraz błąd w obliczeniach.
1 p. – identyfikacja ładunków cząstki α i jądra złota (np. zapisanie we wzorze $158q_e^2$ lub $2{\cdot}79q_e^2$) oraz zastosowanie zasady zachowania energii
lub
– obliczenie energii kinetycznej w MeV (lub eV) przy błędnej identyfikacją ładunku jąder.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie
Identyfikujemy ładunki elektryczne cząstki alfa i jądra złota jako odpowiednie wielokrotności ładunku elementarnego:

$$q_\alpha = 2q_e\,, \quad q_{\mathrm{Au}} = 79q_e$$

Przyrównujemy do siebie energie mechaniczne cząstki alfa w dwóch chwilach: 1) początkowej i 2) gdy zbliżyła się maksymalnie do jądra:

$$E_{kin1} + E_{pot1} = E_{kin2} + E_{pot2} \quad \rightarrow \quad E_{kin1} + 0 = 0 + E_{pot2}$$

$$E_{kin1} = \frac{kq_\alpha q_{Au}}{d}$$

$$E_{kin1} = \frac{158 \cdot 9 \cdot 10^9 \ \frac{\mathrm{N{\cdot}m^2}}{\mathrm{C^2}} \cdot (1{,}6 \cdot 10^{-19})^2 \ \mathrm{C^2}}{4 \cdot 10^{-14} \ \mathrm{m}} = 910 \cdot 10^{-15} \ \mathrm{J} = 5{,}69 \ \mathrm{MeV}$$

Zadanie 14. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 2.4) (P) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii, 11.1) opisuje założenia kwantowego modelu światła, 11.3) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali […].

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A1

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 15.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 4.5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej, 4.8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych, 12.8) przedstawia […] główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

Schemat punktowania
1 p. – poprawne wszystkie zaznaczenia.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
1. **F** 2. **P** 3. **F**

Zadanie 15.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 2.8) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu, 4.5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej, 3.3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.

Schemat punktowania
3 p. – prawidłowa metoda wyznaczenia prędkości liniowej Merkurego w peryhelium oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 p. – prawidłowe (zgodne z oznaczeniami) zapisanie zasady zachowania momentu pędu lub zasady zachowania energii mechanicznej oraz prawidłowe określenie odległości od środka Słońca do peryhelium orbity Merkurego.
1 p. – zapisanie zasady zachowania momentu pędu Merkurego względem Słońca albo zasady zachowania energii mechanicznej.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania
Sposób 1. (z zasady zachowania momentu pędu)
Na podstawie danych w tekście zadania i rysunku określamy odległość środka Słońca do punktu aphelium i peryhelium orbity Merkurego:

$$r_a = 0{,}467\ \text{au} \quad r_p = 0{,}467\ \text{au} - 0{,}159\ \text{au} = 0{,}308\ \text{au}$$

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Korzystamy z zasady zachowania momentu pędu punktu materialnego (tutaj środka masy Merkurego) w ruchu względem punktu centrum (tutaj środka Słońca), gdy działa na niego siła skierowana do tego punktu:

$$p_a r_a = p_p r_p$$

gdzie p_a oraz p_p są pędami Merkurego względem Słońca, odpowiednio w punktach aphelium i peryhelium. Wykonujemy obliczenia:

$$m v_a r_a = m v_p r_p \quad \rightarrow \quad v_p = \frac{r_a}{r_p} v_a \quad \rightarrow \quad v_p = \frac{0{,}467\ \text{au}}{0{,}308\ \text{au}} \cdot 38{,}9\ \frac{\text{km}}{\text{s}} = 58{,}98\ \frac{\text{km}}{\text{s}} \approx 59\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Sposób 2. (z zasady zachowania energii mechanicznej)

Na podstawie danych i rysunku określamy odległość środka Słońca do punktu aphelium i peryhelium orbity Merkurego:

$$r_a = 0{,}467\ \text{au} \quad r_p = 0{,}467\ \text{au} - 0{,}159\ \text{au} = 0{,}308\ \text{au}$$

Korzystamy z zasady zachowania energii mechanicznej Merkurego w ruchu pod działaniem siły grawitacji. Energia mechaniczna w peryhelium jest równa energii mechanicznej w aphelium. Energia mechaniczna jest sumą energii potencjalnej i kinetycznej. Przyjmujemy, że energia kinetyczna ruchu obrotowego nie zmienia się podczas ruchu Merkurego, a zatem:

$$E_a = E_p \rightarrow \frac{m v_a^2}{2} - \frac{GMm}{r_a} = \frac{m v_p^2}{2} - \frac{GMm}{r_p} \quad \rightarrow \quad v_p^2 = v_a^2 + \frac{2GM}{r_p} - \frac{2GM}{r_a}$$

$$v_p^2 = v_a^2 + \frac{2GM}{r_p} - \frac{2GM}{r_a} \quad \rightarrow \quad v_p = \sqrt{v_a^2 + \frac{2GM(r_a - r_p)}{r_a r_p}}$$

gdzie *M* jest masą Słońca. Po podstawieniu danych (z uwzględnieniem wartości jednostki astronomicznej) otrzymujemy:

$$v_p = \sqrt{\left(38{,}9 \cdot 10^3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 1{,}99 \cdot 10^{30}\ \text{kg} \cdot 0{,}159\ \text{m}}{0{,}467 \cdot 0{,}308 \cdot 1{,}50 \cdot 10^{11}\ \text{m}^2}}$$

$$v_p = 58{,}9 \cdot 10^3\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 59\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Uwaga!

Błędem rzeczowym jest w tym zadaniu zapisanie siły grawitacji działającej na Merkurego jako siły dośrodkowej. Wzór na siłę dośrodkową jest słuszny tylko dla ruchu po okręgu, a Merkury nie porusza się po orbicie kołowej. Ponadto Merkury ma w punkcie peryhelium prędkość większą od prędkości, jaka byłaby potrzebna dla ruchu po orbicie kołowej o promieniu r_p (ponieważ po przejściu przez peryhelium, aż do aphelium, Merkury oddala się od Słońca).

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl

Zadanie 16. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 11.5) określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek, 6.10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego, 10.3) opisuje doświadczenie Younga.

Schemat punktowania
1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A4

Arkusze do pobrania: Arkuszmaturalny.pl
Książki do matury: Sklepmaturalny.pl