

UZUPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

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

*miejsce
na naklejkę*

**EGZAMIN MATURALNY
Z FIZYKI I ASTRONOMII**

POZIOM PODSTAWOWY

14 MAJA 2018

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 14 stron (zadania 1–19). 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:
120 minut**

**Liczba punktów
do uzyskania: 50**

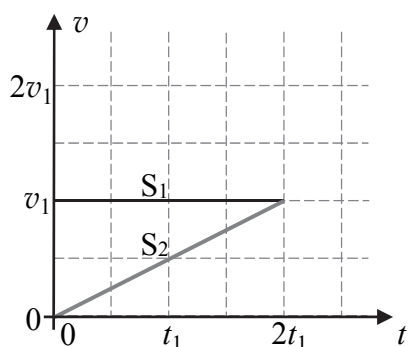


Zadania zamknięte

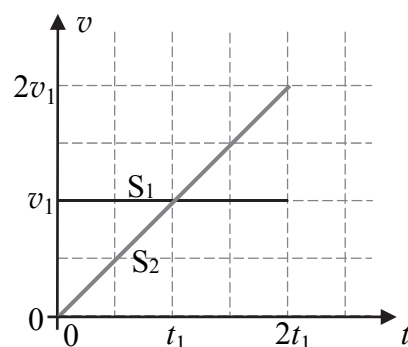
W zadaniach od 1. do 10. wybierz jedną poprawną odpowiedź i zaznacz ją na karcie odpowiedzi.

Zadanie 1. (1 pkt)

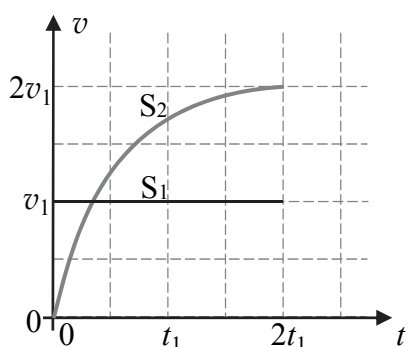
Samochód S_1 jedzie ze stałą prędkością wzdłuż prostoliniowego odcinka trasy i w pewnej chwili wymija nieruchomo stojący samochód S_2 . W momencie, gdy samochód S_1 wymija S_2 , ten rusza ze stałym przyspieszeniem i po pewnym czasie dogania samochód S_1 . Tory ruchu obu samochodów są równoległe. Poprawną zależność prędkości od czasu (od chwili, gdy S_2 ruszył, do momentu, gdy dogonił S_1) dla każdego z samochodów przedstawia wykres



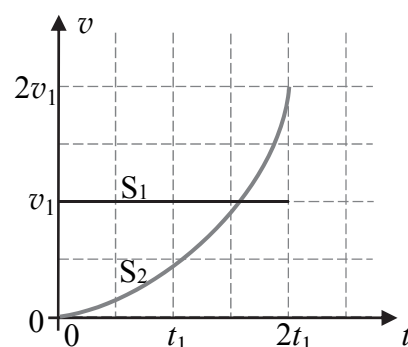
A.



B.



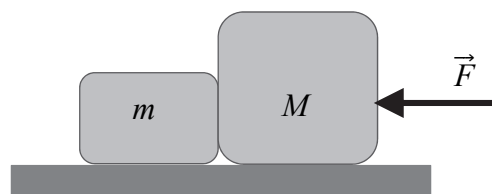
C.



D.

Zadanie 2. (1 pkt)

Zestaw dwóch klocków o masach $m = 1 \text{ kg}$ i $M = 4 \text{ kg}$ jest pchany jeden za drugim po poziomym podłożu siłą \vec{F} (zobacz rysunek obok). W wyniku tego układ dwóch klocków uzyskał przyspieszenie o wartości $0,4 \text{ m/s}^2$. Doświadczenie to jest wykonywane na powierzchni Ziemi, a współczynnik tarcia pomiędzy każdym z klocków i podłożem wynosi $0,2$.



Wartość siły reakcji, z jaką klocek o masie M działa na klocek o masie m , wynosi około

A. 10 N

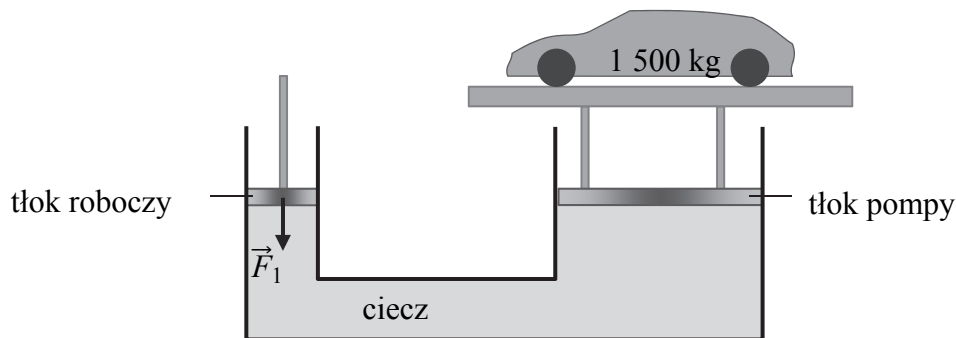
B. 2 N

C. 2,4 N

D. 0,4 N

Zadanie 3. (1 pkt)

Podnośnik hydrauliczny jest urządzeniem, które można stosować do podnoszenia pojazdów. To urządzenie wypełnione jest cieczą nieściśliwą, którą ograniczają nieruchome ścianki i dwa ruchome tłoki o różnych powierzchniach. Wywierając nacisk na tłok roboczy, można powoli podnosić samochody stojące na tłoku pompy (zobacz schematyczny rysunek poniżej). W pewnym podnośniku hydraulicznym pole powierzchni tłoka roboczego wynosi 100 cm^2 , a pole powierzchni tłoka pompy jest równe 880 cm^2 . Ciężary obu tłoków, a także siły tarcia pomiędzy tłokami a ściankami, są bardzo małe w stosunku do ciężarów, jakie te tłoki unoszą.



Najmniejsza wartość siły F_1 , z jaką należy działać na tłok roboczy, aby unieść samochód o masie $1\,500\text{ kg}$, wynosi około

- A. $1\,670\text{ N}$. B. $14\,700\text{ N}$. C. 170 N . D. $129\,000\text{ N}$

Zadanie 4. (1 pkt)

W powietrzu, przy tych samych warunkach atmosferycznych, rozchodzą się dwie fale dźwiękowe. Pierwsza z nich ma częstotliwość f , a druga – częstotliwość $2f$. Z tego wynika, że druga fala ma

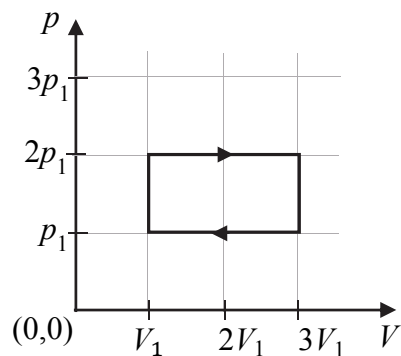
- A. dwukrotnie większą prędkość niż fala pierwsza.
B. dwukrotnie mniejszą prędkość niż fala pierwsza.
C. dwukrotnie większą długość niż fala pierwsza.
D. dwukrotnie mniejszą długość niż fala pierwsza.

Zadanie 5. (1 pkt)

Na wykresie obok przedstawiono cykl przemian termodynamicznych pracy pewnego silnika cieplnego.

Stosunek pracy, jaką wykonuje gaz podczas rozprężania, do pracy całkowitej, którą wykonuje silnik w jednym cyklu, wynosi:

- A. 1 B. 2 C. 3 D. $\frac{3}{2}$



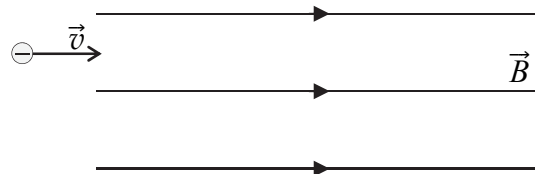
Zadanie 6. (1 pkt)

Energia fotonu padającego na płytkę metalową jest czterokrotnie większa od pracy wyjścia elektronu z tego metalu. Maksymalna energia kinetyczna, którą może mieć elektron wybity z powierzchni tego metalu, w stosunku do energii fotonu padającego na płytkę, stanowi

- A. 12,5% B. 25% C. 50% D. 75%

Zadanie 7. (1 pkt)

Elektron wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego z prędkością, której kierunek jest równoległy do linii tego pola. Ewentualny wpływ innych pól na ruch elektronu pomijamy. W takiej sytuacji, ten elektron będzie poruszał się dalej w obszarze pola magnetycznego po torze, który jest fragmentem



- A. okręgu.
- B. paraboli z ramionami skierowanymi ku górze.
- C. paraboli z ramionami skierowanymi do dołu.
- D. prostej równoległej do linii pola magnetycznego.

Zadanie 8. (1 pkt)

Elektron w atomie wodoru przechodzi ze stanu energetycznego opisanego liczbą kwantową $n = 3$ do stanu podstawowego. W wyniku tego przejścia emitowany jest foton. Jeżeli energia, jaką ma elektron w stanie podstawowym, wynosi $E_1 = -13,6$ eV, to zgodnie z modelem atomu wodoru według Bohra, energia emitowanego fotonu jest równa:

- A. $\frac{1}{3}|E_1|$
- B. $\frac{1}{9}|E_1|$
- C. $\frac{8}{9}|E_1|$
- D. $|E_1|$

Zadanie 9. (1 pkt)

Planety P_1 i P_2 okrążają pewną gwiazdę po orbitach kołowych. Okres obiegu planety P_2 dookoła tej gwiazdy jest 8 razy większy od okresu obiegu planety P_1 wokół tej gwiazdy. Z tego wynika, że promień orbity, po której porusza się planeta P_2 , jest

- A. 16 razy większy od promienia orbity, po której porusza się planeta P_1 .
- B. 8 razy większy od promienia orbity, po której porusza się planeta P_1 .
- C. 4 razy większy od promienia orbity, po której porusza się planeta P_1 .
- D. 2 razy większy od promienia orbity, po której porusza się planeta P_1 .

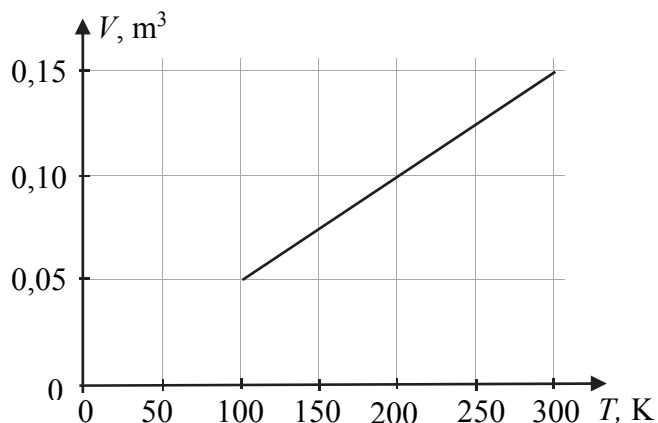
Zadanie 10. (1 pkt)

Siły jądrowe działające pomiędzy dwoma protonami są

- A. większe od sił elektrycznych działających pomiędzy tymi protonami, niezależnie od odległości pomiędzy nimi.
- B. na odległościach rzędu 10^{-15} m większe od sił elektrycznych działających pomiędzy tymi protonami, a na dużo większych odległościach są mniejsze od sił elektrycznych.
- C. mniejsze od sił elektrycznych działających pomiędzy tymi protonami, niezależnie od odległości pomiędzy nimi.
- D. na odległościach rzędu 10^{-15} m mniejsze od sił elektrycznych działających pomiędzy tymi protonami, a na dużo większych odległościach są większe od sił elektrycznych.

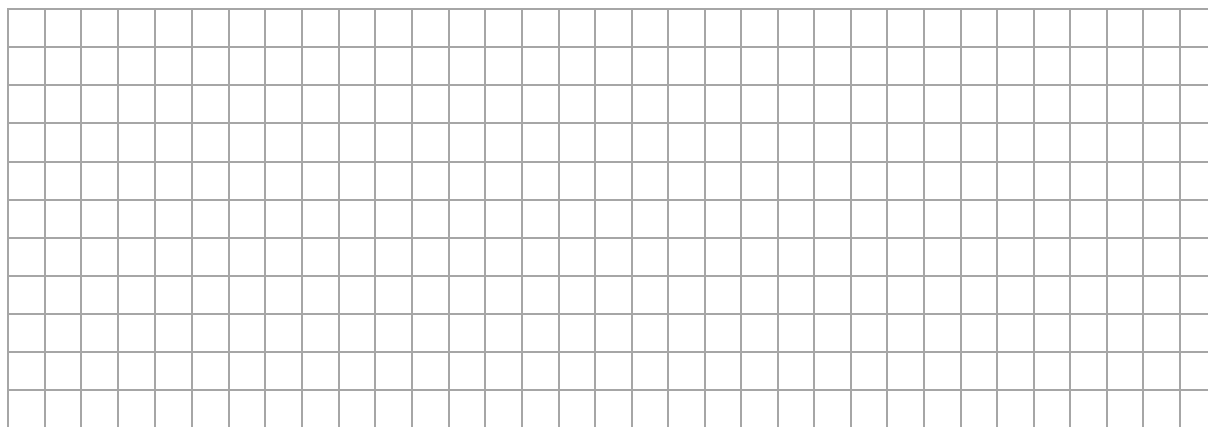
Zadanie 14. (7 pkt)

W szczelnym zbiorniku z ruchomym tłokiem znajduje się 0,2 mola gazu doskonałego. Gaz ten powoli ogrzewano, w wyniku czego jego objętość wzrosła, natomiast temperatura gazu zmieniła się od 100 K do 300 K. Zależność objętości od temperatury gazu w tej przemianie przedstawiono na wykresie obok. Masa gazu w tej przemianie się nie zmieniała.



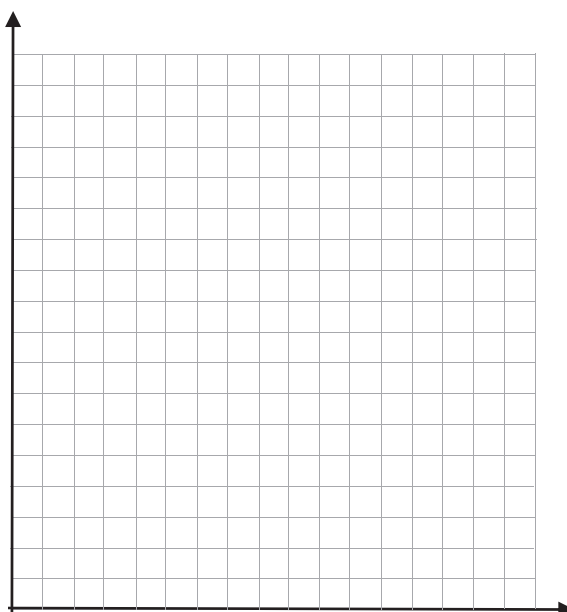
Zadanie 14.1. (3 pkt)

Wykaż, że opisana przemiana jest izobaryczna, a ciśnienie gazu podczas tej przemiany jest równe około 3 320 Pa.



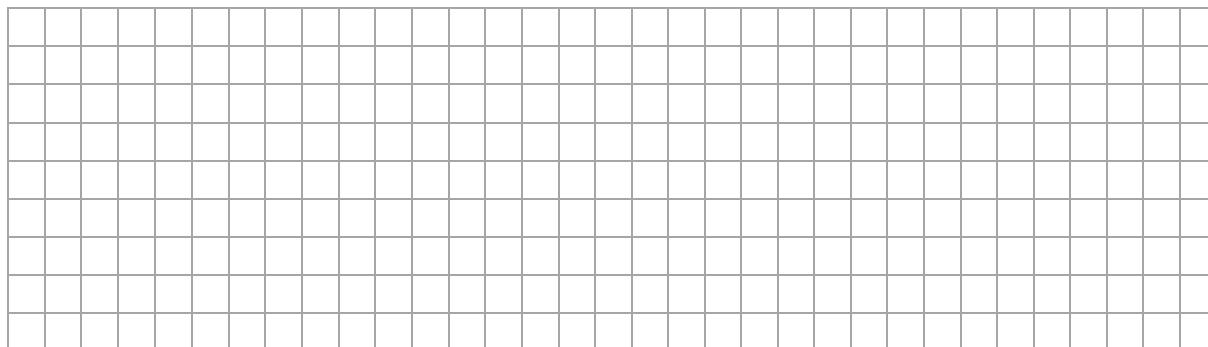
Zadanie 14.2. (2 pkt)

Narysuj wykres zależności $p(V)$ – ciśnienia od objętości gazu – w opisanej przemianie.



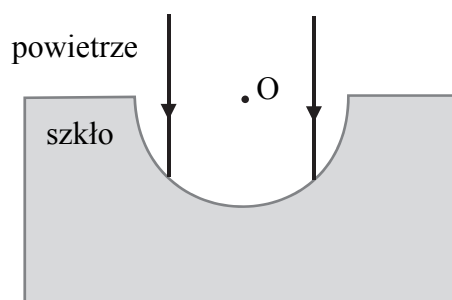
Zadanie 14.3. (2 pkt)

Oblicz pracę wykonaną przez gaz podczas opisanej przemiany izobarycznej.



Zadanie 15. (3 pkt)

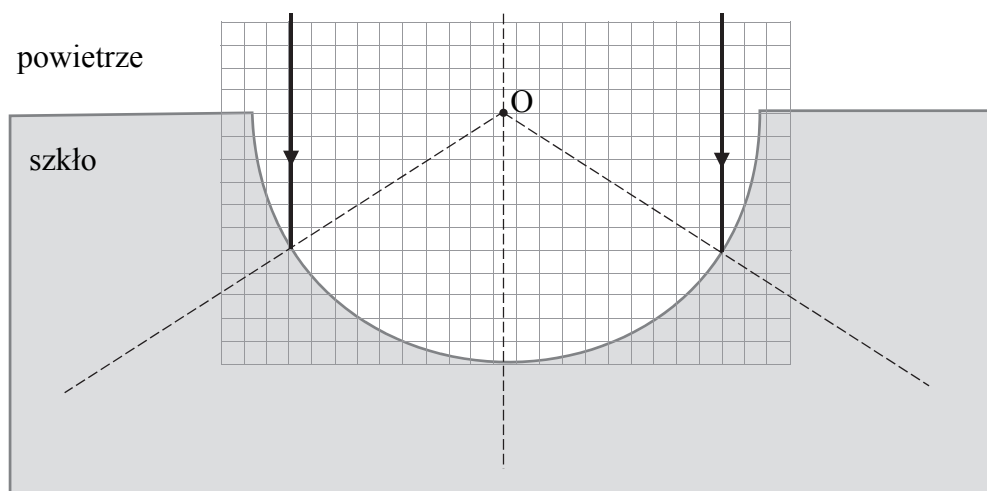
Wiązka światła monochromatycznego pada w kierunku pionowym z powietrza na kuliste zagłębienie wydrążone w szklanym bloku. Rysunek obok przedstawia przekrój szklanego bloku pionową płaszczyzną zawierającą środek wydrążenia (punkt O), a także ukazuje fragmenty dwóch wybranych promieni wiązki światła.



Zadanie 15.1. (2 pkt)

Na rysunku poniżej dorysuj dalszy bieg jednego z promieni tej wiązki: w powietrzu – po częściowym odbiciu od granicy powietrza i szkła, oraz w szkło – po wnikięciu do szkła. Uwzględnij prawidłowe relacje (większy, mniejszy, równy) pomiędzy odpowiednimi kątami.

Uwaga: odcinki przerywane oraz kratka mogą pomóc w konstrukcji.



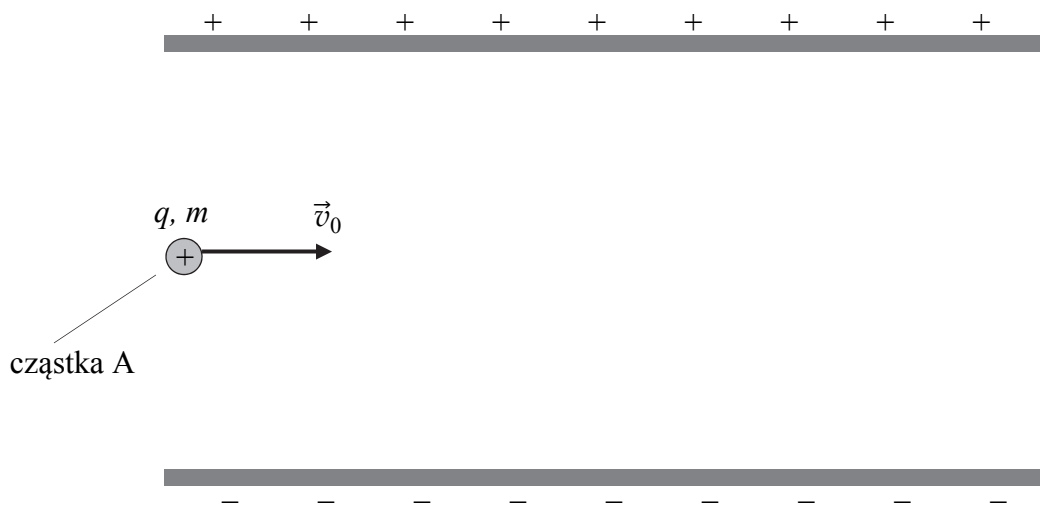
Wypełnia egzaminator	Nr zadania	14.1.	14.2.	14.3.	15.1.
	Maks. liczba pkt	3	2	2	2
Uzyskana liczba pkt					

Zadanie 17. (5 pkt)

Cząstka A o dodatnim ładunku elektrycznym q i masie m wpada w obszar pola elektrycznego, wytwarzanego przez dwie równoległe i przeciwnie naładowane okładki kondensatora płaskiego. Kierunek prędkości początkowej \vec{v}_0 cząstki A jest równoległy do okładek. Przyjmij, że pole elektryczne w obszarze ruchu cząstki jest jednorodne, a cząstka podczas ruchu nie oddziałuje z innymi cząstkami, które mogą być w przestrzeni pomiędzy okładkami. Pomiń wpływ innych pól.

Zadanie 17.1. (2 pkt)

Na rysunku poniżej dorysuj przybliżony tor ruchu cząstki A. Następnie, w dowolnym położeniu cząstki A wzdłuż toru, narysuj i oznacz wektor przyspieszenia tej cząstki.



Zadanie 17.2. (3 pkt)

Po pewnym czasie, w tym samym miejscu i z tą samą prędkością początkową (co do kierunku, zwrotu i wartości) co cząstka A, do pola elektrycznego wpada cząstka B. Ładunek elektryczny cząstki B jest taki sam jak ładunek cząstki A, natomiast masa cząstki B jest 4 razy większa od masy cząstki A.

Uzupełnij dwa poniższe zdania wpisując w puste miejsca odpowiednią wartość.

1. Jeżeli wartość przyspieszenia cząstki A wynosi a , to wartość przyspieszenia cząstki B wynosi
2. Jeżeli czas (liczony od momentu, gdy dana cząstka wpada w pole elektryczne) dotarcia cząstki A do jednej z okładek wynosi t , to czas dotarcia cząstki B do tej samej okładki wynosi
3. Jeżeli wartości prędkości początkowych obu cząstek wynoszą v_0 , to tuż przed uderzeniem w okładkę, składowe prędkości w kierunku równoległym do okładek mają wartości odpowiednio: (cząstki A) oraz (cząstki B).

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	15.2.	16.	17.1.	17.2.
	Maks. liczba pkt	1	2	2	3
	Uzyskana liczba pkt				

Zadanie 19. (5 pkt)

W lampie próżniowej napięcie między katodą a anodą wynosi 2 000 V. W wyniku rozgrzania katody do wysokiej temperatury emituje ona $2 \cdot 10^{14}$ elektronów na sekundę. Elektrony przyspieszane dalej w polu elektrycznym padają na anodę. Przyjmij, że prędkości początkowe oderwanych od katody elektronów wynoszą zero.

Zadanie 19.1. (3 pkt)

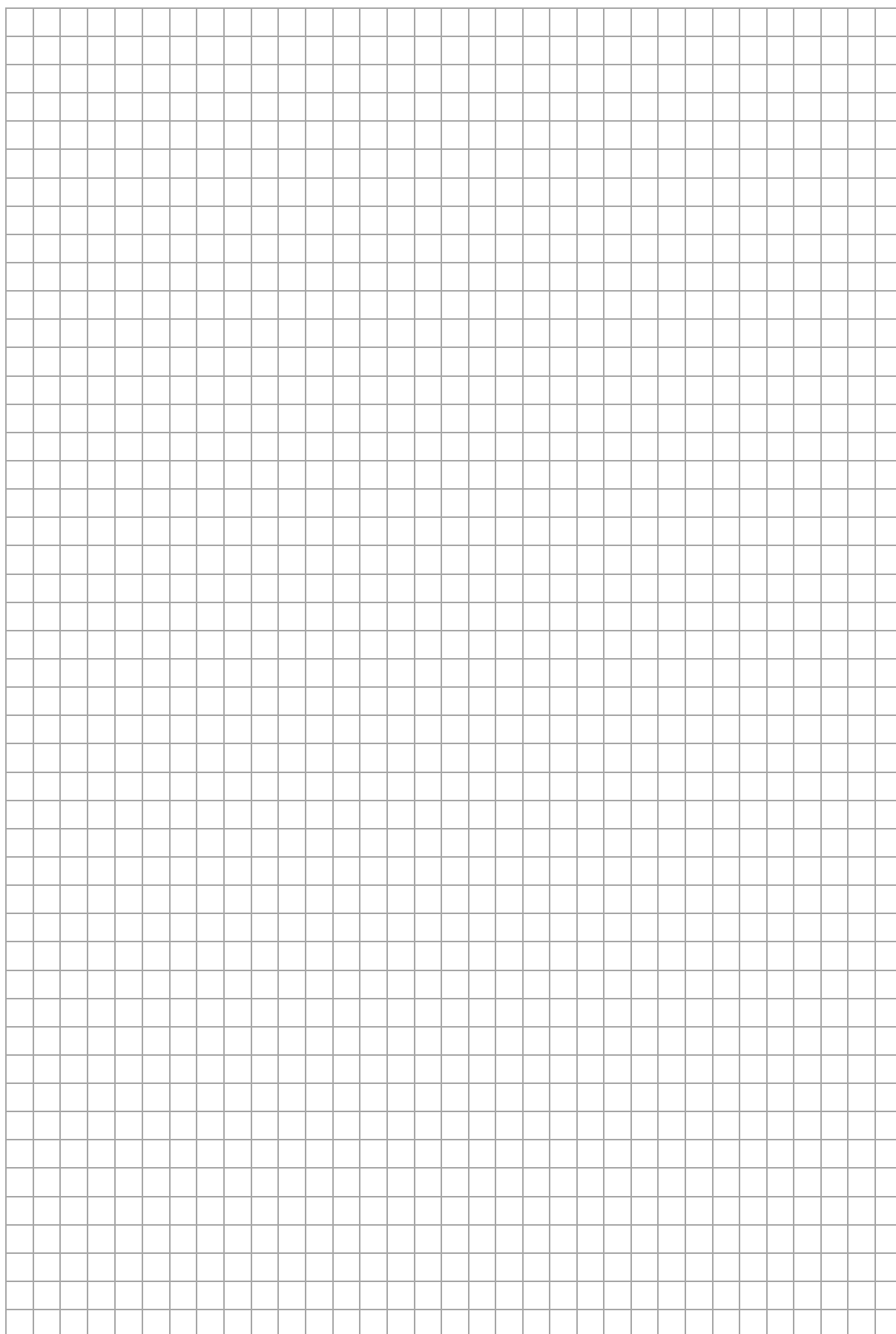
Oblicz stosunek energii kinetycznej elektronu padającego na anodę do jego energii spoczynkowej. Na podstawie tego stosunku ustal, czy w tym przypadku do obliczeń można stosować wzory mechaniki klasycznej, czy może należy stosować wzory mechaniki relatywistycznej. Uzasadnij odpowiedź.

Zadanie 19.2. (2 pkt)

Oszacuj natężenie prądu płynącego przez lampę.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	18.1.	18.2.	18.3.	19.1.	19.2.
	Maks. liczba pkt	2	3	1	3	2
	Uzyskana liczba pkt					

BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)



**EGZAMIN MATURALNY
W ROKU SZKOLNYM 2017/2018**

FIZYKA I ASTRONOMIA

POZIOM PODSTAWOWY

FORMUŁA DO 2014

(„STARA MATURA”)

ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

ARKUSZ MFA-P1

MAJ 2018

Zadania zamknięte

Zadanie 1. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie wartości prędkości średniej i chwilowej, przyspieszenia, drogi i czasu w ruchu jednostajnym oraz jednostajnie zmiennym (I.1.1.3).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresów (II.1.b).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

B

Zadanie 2. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.2). Analizowanie ruchów ciał z uwzględnieniem sił tarcia (I.1.2.3).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C

Zadanie 3. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.2). Porównywanie właściwości mechanicznych ciał stałych, cieczy i gazów (I.1.3.5).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

A

Zadanie 4. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie transportu energii w ruchu falowym (I.1.6.12). Zastosowanie związku pomiędzy długością, prędkością i częstotliwością fali (I.1.5.2).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 5. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie zmiany energii cieplnej w przemianach: izobarycznej i izochorycznej oraz pracę w przemianie izobarycznej (I.1.4.3).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

B

Zadanie 6. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego i wyjaśnianie go zgodnie z założeniami kwantowego modelu światła (I.1.5.17). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 7. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie wpływu pola magnetycznego na ruch ciał (I.1.2.7). Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania magnetycznego (I.1.2.1).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

D

Zadanie 8. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Podawanie podstawowych założeń modelu atomu wodoru wg Bohra (I.1.5.19).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C

Zadanie 9. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie praw Keplera do opisu ruchu planet (P I.1.7.3).

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C

Zadanie 10. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Określanie, na podstawie liczby masowej i liczby porządkowej, składu jąder atomowych (P I.1.6.5). Analizowanie reakcji rozszczepienia jąder (I.1.6.7). Posługiwanie się pojęciami jądrowego niedoboru masy i energii wiązania (P I.1.6.6).

Schemat punktowania

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

Poprawna odpowiedź

B

Zadania otwarte

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

Zadanie 11.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie wartości prędkości średniej i chwilowej, przyspieszenia, drogi i czasu w ruchu jednostajnym oraz jednostajnie zmiennym (I.1.1.3).
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresów (II.1.b).

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa metoda oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
1 p. – prawidłowa metoda obliczenia drogi.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązaniaSposób 1. („metoda pola”)

Korzystamy z twierdzenia, że pole pod wykresem wartości prędkości od czasu jest równe drodze przebytej przez ciało w danym czasie. Zatem:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 9 \text{ s} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 90 \text{ m}$$

Sposób 2. (z równań ruchu)

Obliczamy przyspieszenie, a następnie opóźnienie motocyklu:

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{t_1} \rightarrow a_1 = \frac{20 \text{ m}}{5 \text{ s}^2} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{oraz} \quad a_2 = \frac{\Delta v_2}{t_2} \rightarrow a_2 = \frac{20 \text{ m}}{4 \text{ s}^2} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Obliczamy drogę przebytą w ruchu przyspieszonym (od prędkości początkowej zero), drogę w ruchu opóźnionym (do zatrzymania się) oraz drogę całkowitą:

$$s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \rightarrow s_1 = \frac{1}{2} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5^2 \text{ s}^2 = 50 \text{ m}$$

$$s_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 \rightarrow s_2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4^2 \text{ s}^2 = 40 \text{ m}$$

$$s = s_1 + s_2 = 90 \text{ m}$$

Zadanie 11.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasad dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.2).

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowa metoda obliczenia siły i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
 1 p. – prawidłowa metoda obliczenia siły (zastosowanie do obliczeń drugiej zasady dynamiki)
lub
 – obliczenie przyspieszenia z jakim poruszał się motocyklista.
 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Motocyklista ma takie samo przyspieszenie względem jezdni, jakie ma motocykl, na którym nieruchomo siedzi. Zgodnie z założeniem o pominięciu sił oporów działających na motocyklistę, to siła wypadkowa działająca na niego będzie siłą, z jaką działa nań motocykl. Siłę wypadkową obliczamy z drugiej zasady dynamiki:

$$ma = F \rightarrow m \frac{\Delta v_1}{t_1} = F \rightarrow F = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 90 \text{ kg} = 360 \text{ N}$$

Zadanie 12.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady zachowania pędu układu w zjawisku odrzutu (I.1.2.5). Posługiwanie się pojęciem pracy (I.1.6.1). Posługiwanie się pojęciem energii kinetycznej (I.1.6.2).

Schemat punktowania

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

Poprawna odpowiedź

1. Analizując ruch chłopców siedzących na deskorolkach w drugim doświadczeniu można stwierdzić, że pęd całkowity układu (obu chłopców wraz z deskorolkami) jest po odepchnięciu (*taki sam jak / mniejszy niż / większy niż*) pęd całkowity układu przed odepchnięciem.
2. Energia kinetyczna, którą uzyskał chłopiec A w drugim doświadczeniu po odepchnięciu się od deskorolki z kolegą była (*taka sama jak / większa niż / mniejsza niż*) energia kinetyczna, jaką uzyskał po odepchnięciu się od ściany w pierwszym doświadczeniu.

Zadanie 12.2. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady zachowania pędu układu w zjawisku odrzutu (I.1.2.5). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności fizycznych (II.4.c).

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.

Zadanie 13. (3 pkt)

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

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda obliczenia okresu orbitalnego komety Halleya oraz prawidłowy wynik liczbowy podany w latach ziemskich.
- 2 p. – obliczenie średniej odległości komety Halleya od Słońca oraz zapisanie III prawa Keplera dla komety Halleya z wykorzystaniem wartości parametrów ruchu orbitalnego Ziemi
lub
 – obliczenie średniej odległości komety Halleya od Słońca oraz zapisanie III prawa Keplera (wzór Keplera – Newtona) dla komety Halleya z uwzględnieniem stałej $\frac{4\pi^2}{GM_S}$ (lub w zależności od zapisu $-\frac{GM_S}{4\pi^2}$).
- 1 p. – obliczenie średniej odległości komety Halleya od Słońca oraz zapisanie III prawa Keplera w postaci bez wykorzystania parametrów ruchu orbitalnego Ziemi lub bez uwzględnienia stałej $\frac{4\pi^2}{GM_S}$.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Skorzystamy z trzeciego prawa Keplera. W tym celu najpierw obliczymy A_H – długość półosi wielkiej orbity komety Halleya (tak zwaną średnią odległość od Słońca):

$$A_H = \frac{1}{2}(r_p + r_a) \rightarrow A_H = \frac{1}{2} \cdot (0,59 + 35,08) \text{ au} = 17,835 \text{ au}$$

Zapisujemy trzecie prawo Keplera dla komety Halleya oraz dla jakiegoś innego ciała okrążającego Słońce. Wybieramy Ziemię, ponieważ parametry jej ruchu orbitalnego są powszechnie znane ($T_Z = 1$ rok, $A_Z = 1$ au):

$$\frac{T_H^2}{A_H^3} = \frac{T_Z^2}{A_Z^3} \rightarrow \frac{T_H^2}{A_H^3} = \frac{1^2 \text{ rok}^2}{1^3 \text{ au}^3} \rightarrow T_H = \sqrt{A_H^3 [\text{rok}]} \rightarrow T_H = \sqrt{17,835^3} \text{ lat} = 75,3 \text{ lat}$$

Uwaga! Jeżeli zdający wyprowadzi wzór $\frac{T^2}{A^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$ jak w przypadku wyprowadzenia analogicznego wzoru dla orbit kołowych, należy to uznać.

Zadanie 14.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Odczytywanie informacji podanych w formie wykresu (II.1.b).
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie równania stanu gazu doskonałego do wyznaczania parametrów gazu (I.1.4.1). Opisywanie przemiany izobarycznej i izochorycznej (I.1.4.2).

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda wykazania, że przemiana jest izobaryczna oraz prawidłowe obliczenie wartości ciśnienia.
- 2 p. – powołanie się na równanie stanu gazu doskonałego i stwierdzenie, że w przemianie izobarycznej objętość jest proporcjonalna do temperatury *oraz* powołanie się na wykres i stwierdzenie, że przedstawia on zależność proporcjonalną.
- 1 p. – powołanie się na równanie stanu gazu doskonałego i stwierdzenie, że w przemianie izobarycznej objętość jest proporcjonalna do temperatury (ale brak odwołania się do wykresu)
lub
– powołanie się na wykres i stwierdzenie, że przedstawia on zależność proporcjonalną (ale brak odwołania się do równania Clapeyrona i własności przemiany izobarycznej)
lub
– obliczenie ciśnienia.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Z równania stanu gazu doskonałego wynika, że

$$V = \frac{nR}{p} \cdot T$$

Podczas przemiany izobarycznej stałe jest ciśnienie i liczba moli, a zatem objętość jest wprost proporcjonalna do temperatury:

$$V \sim T$$

Wykresem zależności proporcji wprost jest linia prosta, która przechodzi (lub przedłuża się) przez punkt (0,0) w układzie współrzędnych. Wykres przedstawionej w zadaniu zależności $V(T)$ spełnia te warunki: jest fragmentem linii prostej przechodzącej przez punkt (0,0), a w związku z tym przedstawia on przemianę izobaryczną.

Ciśnienie obliczymy przyrównując współczynnik proporcji do wyrażenia $\frac{nR}{p}$:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta T} \quad \text{oraz} \quad a = \frac{nR}{p} \quad \rightarrow \quad \frac{0,1 \text{ m}^3}{200 \text{ K}} = \frac{0,2 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{p} \quad \rightarrow \quad p = 3\,324 \text{ Pa}$$

Zadanie 14.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie przemiany izobarycznej i izochorycznej (I.1.4.2).
Korzystanie z informacji.	Rysowanie wykresu zależności dwóch wielkości fizycznych (II.4.b).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe narysowanie wykresu.

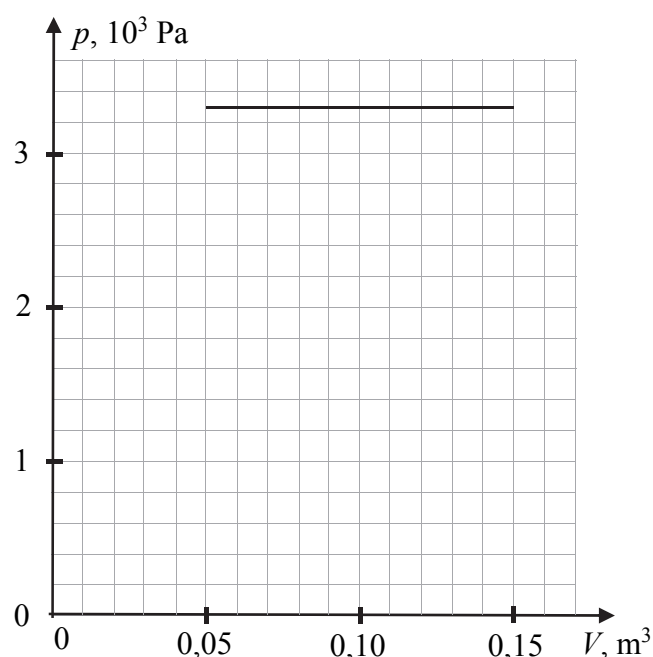
1 p. – poprawne podpisanie i wyskalowanie osi
lub

– narysowanie kreski poziomej i oznaczenie osi.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie

Na wykresie obok.



Zadanie 14.3. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie pracy w przemianie izobarycznej (I.1.4.3).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda obliczenia pracy oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – prawidłowa metoda rozwiązania (ze wzoru lub „metodą pola”).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczamy pracę wykonaną przez gaz podczas przemiany izobarycznej

$$W = p\Delta v \quad \rightarrow \quad W = 3\,324 \text{ Pa} \cdot (0,15 - 0,05) \text{ m}^3 \quad \rightarrow \quad W = 332,4 \text{ J}$$

Zadanie 15.1. (2 pkt)

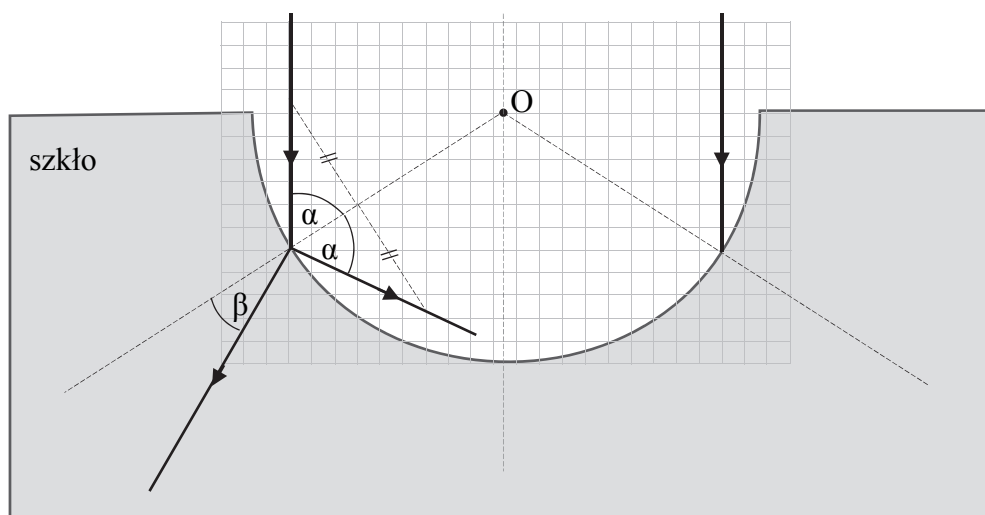
Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie zjawiska odbicia i załamania światła (I.1.5.3).

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.

Poprawne rozwiązanie**Zadanie 15.2. (1 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie zjawiska odbicia i załamania światła (I.1.5.3).
Tworzenie informacji.	Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych (III.2).

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 szkłe, 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.

Zadanie 16. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).
Wiadomości i rozumienie.	Porównywanie własności magnetycznych substancji dia-, para- i ferromagnetycznych, wyjaśnianie ich wpływu na pole magnetyczne (I.1.3.8). Podawanie przykładów zastosowań w życiu i technice urządzeń wykorzystujących właściwości magnetyczne materii (I.1.3.9).

Schemat punktowania

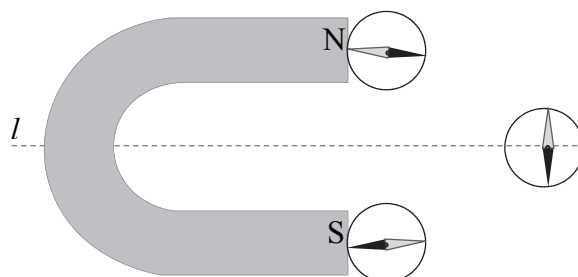
2 p. – prawidłowe dorysowanie ustawienia wszystkich trzech igiełek.

1 p. – narysowanie wszystkich trzech igiełek odwrotnie biegunami (to świadczy, że uczeń potrafił określić kształt linii pola, ale: albo źle określił jego zwrot, albo źle określił oddziaływanie igielki z polem).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie

Rysunek 3.



Zadanie 17.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2). Analizowanie informacji podanych w formie tekstu o tematyce fizycznej lub astronomicznej, lub rysunku (II.1.a, II.1.b).
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie wpływu pola elektrostatycznego na ruch ciał (I.1.2.7).

Schemat punktowania

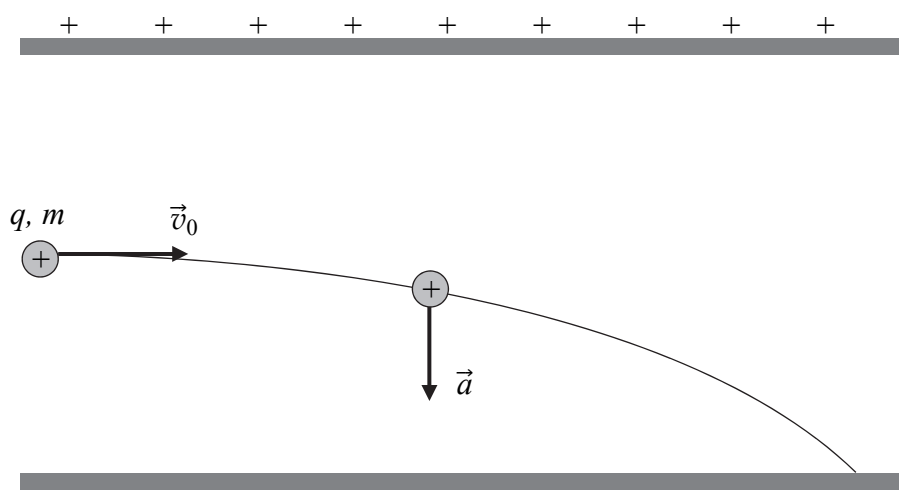
2 p. – prawidłowe narysowanie przybliżonego toru ruchu cząstki oraz wektora przyspieszenia.

1 p. – prawidłowe narysowanie przybliżonego toru ruchu cząstki

lub

– prawidłowe narysowanie wektora przyspieszenia.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie**Zadanie 17.2. (3 pkt)**

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Obliczanie wartości prędkości średniej i chwilowej, przyspieszenia, drogi i czasu w ruchu jednostajnym oraz jednostajnie zmiennym (I.1.1.3). Opisywanie wpływu pola elektrostatycznego na ruch ciał (I.1.2.7).

Schemat punktowania

- 3 p. – wpisanie prawidłowych wartości w trzech zdaniach.
- 2 p. – wpisanie prawidłowych wartości w dwóch zdaniach.
- 1 p. – wpisanie prawidłowej wartości w jednym zdaniu.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

1. Jeżeli wartość przyspieszenia cząstki A wynosi a , to wartość przyspieszenia cząstki B wynosi $a/4$.
2. Jeżeli czas (liczony od momentu, gdy dana cząstka wpada w pole elektryczne) dotarcia cząstki A do jednej z okładek wynosi t , to czas dotarcia cząstki B do tej samej okładki wynosi $2t$.
3. Jeżeli wartości prędkości początkowych obu cząstek wynoszą v_0 , to tuż przed uderzeniem w okładkę składowe prędkości w kierunku równoległym do okładek mają wartości odpowiednio: v_0 (cząstki A) oraz v_0 (cząstki B).

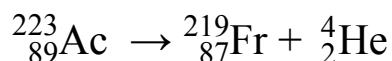
Zadanie 18.1. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Zastosowanie zasady zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisów reakcji jądrowych i przemian jądrowych (I.1.6.10). Wymienianie własności promieniowania jądrowego α , β i γ (I.1.6.8).

Schemat punktowania

- 2 p. – prawidłowe uzupełnienie liczb masowych i atomowych reakcji oraz prawidłowy zapis nazwy rozpadu.
- 1 p. – prawidłowe uzupełnienie liczb masowych i atomowych reakcji
lub
– prawidłowy zapis nazwy reakcji rozpadu.
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie



Jest to reakcja rozpadu typu α .

Zadanie 18.2. (3 pkt)

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

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowa metoda oszacowania czasu rozpadu i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
- 2 p. – prawidłowa metoda umożliwiająca oszacowanie czasu rozpadu i brak prawidłowego wyniku (np. błąd w obliczeniach).
- 1 p. – zapisanie w jakiegokolwiek formie prawa rozpadu z wykorzystaniem pojęcia czasu połowicznego rozpadu (ale brak poprawnej identyfikacji wielkości w stosowanej metodzie, co uniemożliwia otrzymanie prawidłowego wyniku).
- 0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

(Pierwszy punkt za równoważne zapisanie prawa rozpadu). Jeśli w czasie t rozpadło się 94% pierwotnej liczby jąder próbki zawierającej początkowo tylko aktywny, to w próbce po czasie t pozostało 6% początkowej liczby jąder aktywnego. Zastosujemy prawo rozpadu, wykorzystując pojęcie czasu połowicznego rozpadu:

$$\frac{N(t)}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

Identyfikujemy wielkości:

$$\frac{N(t)}{N_0} = 0,06 \quad T \approx 130 \text{ s}$$

Wykonujemy obliczenia

$$0,06 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \rightarrow \frac{t}{T} \approx 4 \rightarrow t \approx 4 \cdot 130 \text{ s} \approx 520 \text{ s}$$

Zadanie 18.3. (1 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Wskazywanie zależności $E = mc^2$ jako równoważności masy i energii (I.1.6.4). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3).
Tworzenie informacji.	Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3).

Schemat punktowania

- 1 p. – prawidłowe zapisanie wzoru pozwalającego obliczyć całkowitą energię kinetyczną produktów rozpadu.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie

$$E_{kin} = (m_{Ac} - m_{Fr} - m_{He}) \cdot c^2$$

Zadanie 19.1. (3 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Posługiwanie się pojęciem energii kinetycznej (I.1.6.2). Zastosowanie zasady zachowania energii (I.1.6.3). Wskazywanie zależności $E = mc^2$ jako równoważności masy i energii (I.1.6.4). Obliczanie masy pędu i energii w ujęciu relatywistycznym (I.1.1.8).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c).

Schemat punktowania

- 3 p. – prawidłowe obliczenie stosunku energii kinetycznej elektronu padającego na anodę do jego energii spoczynkowej oraz poprawne ustalenie (łącznie z argumentacją), czy można stosować wzory mechaniki klasycznej.
2 p. – prawidłowe obliczenie stosunku energii kinetycznej elektronu padającego na anodę do jego energii spoczynkowej.
1 p. – zapisanie związku pomiędzy energią kinetyczną elektronu a pracą pola elektrycznego.
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

Sposób 1.

Obliczymy energię kinetyczną, jaką uzyskuje elektron przyspieszany w polu elektrycznym. Zmiana energii kinetycznej jest równa pracy siły wypadkowej (tutaj siły elektrycznej):

$$\Delta E_{kin} = eU \rightarrow E_{kin} - 0 = eU \rightarrow E_{kin} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2\,000 \text{ V} = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}.$$

Obliczymy energię spoczynkową elektronu:

$$E_0 = mc^2 \rightarrow E_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 8,19 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Obliczamy stosunek energii kinetycznej do energii spoczynkowej:

$$\frac{E_{kin}}{E_0} \approx \frac{3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}}{8,2 \cdot 10^{-14} \text{ J}} \approx 3,9 \cdot 10^{-3}$$

Ponieważ stosunek energii kinetycznej do spoczynkowej jest bardzo mały, to również stosunek prędkości elektronu do prędkości światła jest mały. W związku z tym można stosować do obliczeń wzory mechaniki klasycznej

Sposób 2.

W celu ustalenia, czy można stosować wzory mechaniki klasycznej, obliczymy stosunek prędkości elektronu do prędkości światła. Zapisujemy relatywistyczne wzory na energię kinetyczną, całkowitą i spoczynkową:

$$E_{kin} = E_{rel} - E_0, \quad E_{rel} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \quad E_0 = mc^2$$

Z powyższych wzorów wynika, że:

$$\frac{E_0}{E_{rel}} = \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \rightarrow \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 - \left(\frac{E_0}{E_{rel}}\right)^2 = 1 - \left(\frac{E_0}{E_0 + E_{kin}}\right)^2$$
$$\left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 - \left(\frac{8,19 \cdot 10^{-14} \text{ J}}{8,222 \cdot 10^{-14} \text{ J}}\right)^2 \rightarrow v \approx 0,088c \approx 2,64 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Stosunek prędkości elektronu do prędkości światła jest mały – mniejszy niż 10%. W związku z tym stosowanie wzorów mechaniki klasycznej jest możliwe, tzn. wyniki obliczeń wzorami klasycznymi obarczone będą stosunkowo małym błędem ($v_{klas} \approx 2,65 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$).

Zadanie 19.2. (2 pkt)

Obszar standardów	Opis wymagań
Wiadomości i rozumienie.	Opisywanie zjawiska przewodnictwa elektrycznego (I.1.3.7). Posługiwanie się pojęciami, wielkościami i prawami fizycznymi pozwalającymi na zrozumienie działania urządzeń i narzędzi pracy współczesnego fizyka (I.1.9).
Korzystanie z informacji.	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c).

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda obliczenia natężenia prądu przepływającego przez lampę oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – zapisanie prawidłowego wzoru, umożliwiającego obliczenie natężenia prądu przepływającego przez lampę.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Szacujemy natężenie prądu płynącego przez lampę:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t} = \frac{n}{\Delta t} \cdot e \rightarrow I = 2 \cdot 10^{14} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{s}} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ A} = 32 \mu\text{A}$$