

**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 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. 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.

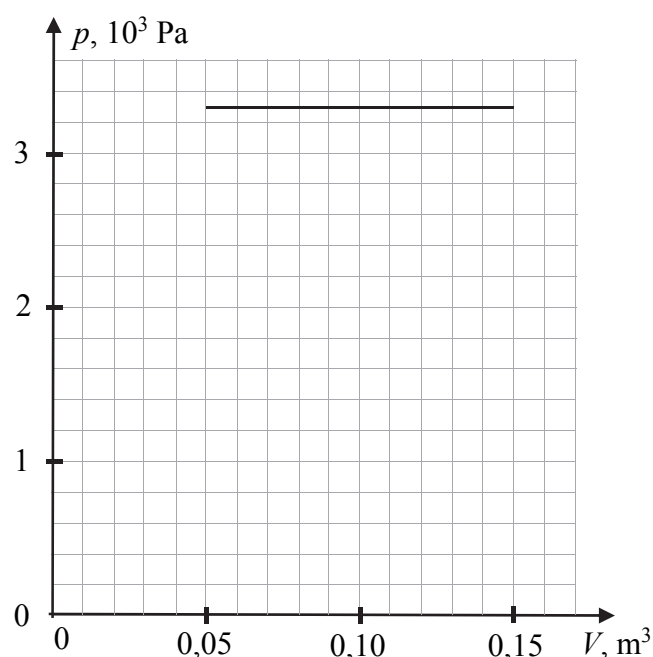
1 p. – poprawne podpisanie i wyskalowanie osi  
lub

– 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)**

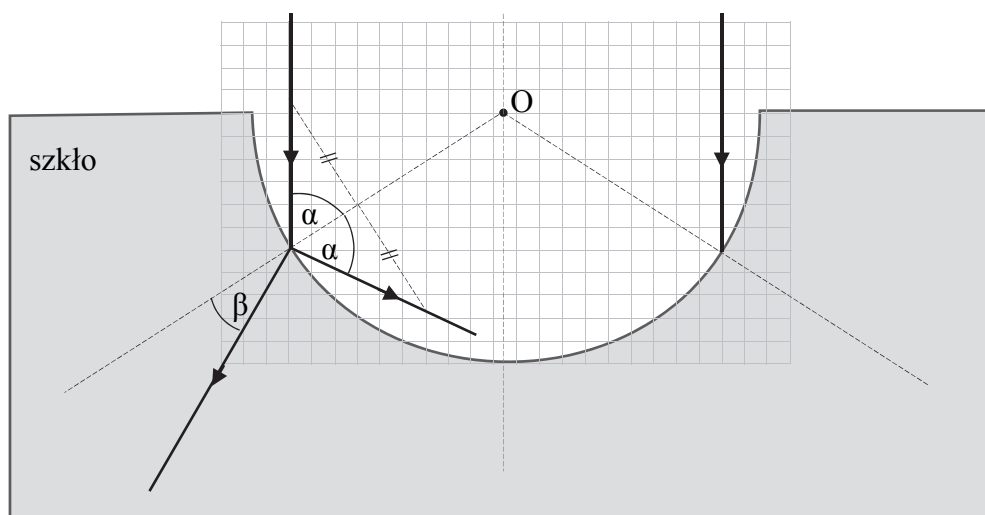
Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji.	Uzupełnianie brakujących elementów rysunku, łącząc posiadane i podane informacje (II.2).
Wiadomości i rozumienie.	Analizowanie zjawiska odbicia i załamania światła (I.1.5.3).

**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).

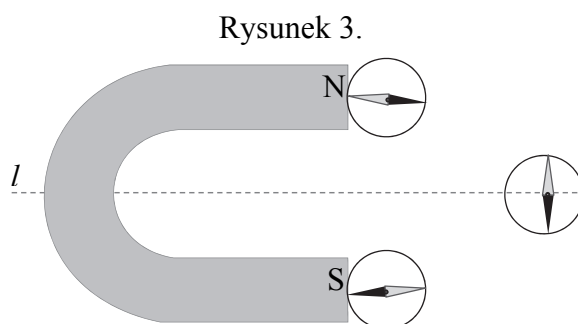
### Schemat punktowania

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



**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**

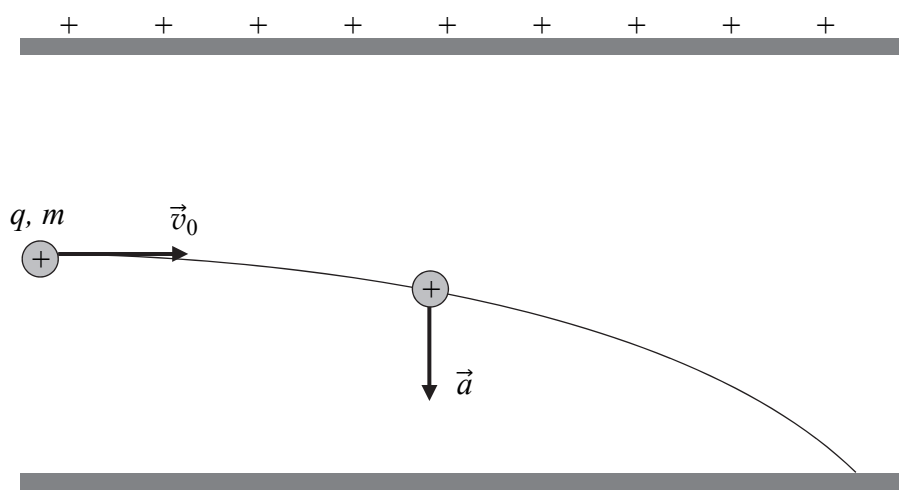
2 p. – prawidłowe narysowanie przybliżonego toru ruchu cząstki oraz wektora przyspieszenia.

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).

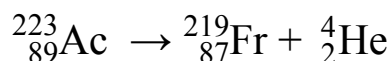
### Zadanie 18.1. (2 pkt)

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 $\alpha$ , $\beta$ i $\gamma$ (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  $\alpha$ .

**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):

$$\Delta E_{kin} = eU \rightarrow E_{kin} - 0 = eU \rightarrow E_{kin} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2000 \text{ V} = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}.$$

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:

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