



**Centralna Komisja Egzaminacyjna**

# **EGZAMIN MATURALNY 2012**

## **FIZYKA I ASTRONOMIA**

### **POZIOM ROZSZERZONY**

#### **Kryteria oceniania odpowiedzi**

**MAJ 2012**

**Zadanie 1. (0–12)****1.1. (0–3)**

| Obszar standardów       | Opis wymagań  |
|-------------------------|---|
|                         | Gdy zakres wymagań należy do poziomu podstawowego, numer kończy się skrótem PP.                             |
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie zasady zachowania momentu pędu, obliczenie momentu pędu bryły sztywnej (I.1.1.d.10, I.1.1.d.9) |

Poprawna odpowiedź:

Jest to zasada zachowania momentu pędu. W opisanej sytuacji  $I\omega_1 = (I + mr^2)\omega_2$ , a po podstawieniu danych obliczamy  $\omega_2 = 20 \text{ rad/s}$  (lub  $20 \text{ s}^{-1}$ ).

- 3 p.** – zapisanie poprawnej nazwy zasady zachowania oraz poprawnego wzoru, obliczenia i poprawny wynik wraz z jednostką
- 2 p.** – zapisanie poprawnej nazwy zasady zachowania i poprawnego wzoru, błędne obliczenie  $\omega_2$  lub błędna jednostka
- zapisanie poprawnego wzoru, obliczenia i poprawny wynik wraz z jednostką, błędna nazwa zasady zachowania
- 1 p.** – zapisanie poprawnej nazwy zasady zachowania, brak spełnienia pozostałych kryteriów
- zapisanie poprawnego wzoru, brak spełnienia pozostałych kryteriów
- 0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.2. (0–3)**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Tworzenie informacji     | Zbudowanie modelu fizycznego i matematycznego do opisu zjawiska (III.3)      |
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Moment siły oddziaływania ciężarka na krążek wyraża się wzorem  $M = F_l \cdot r = mgfr$ . Stosujemy do krążka równanie  $M = I\varepsilon = I \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  (dla krążka  $\Delta\omega = 12 \text{ rad/s}$ ), stąd  $\Delta t = \frac{I\Delta\omega}{mgfr} = 0,68 \text{ s}$  (lub  $0,67 \text{ s}$ ).
- Moment siły oddziaływania ciężarka na krążek wyraża się wzorem  $M = F_l \cdot r = mgfr$ . Zapisujemy II zasadę dynamiki dla ciężarka  $mgf = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = mr \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  (dla ciężarka  $\Delta\omega = 20 \text{ rad/s}$ ), stąd  $\Delta t = r \frac{\Delta\omega}{gf} = 0,68 \text{ s}$ .

- 3 p.** – zapisanie wzoru  $M = mgfr$ , zastosowanie wzoru  $M = I \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  i poprawny wynik wraz z jednostką
- zapisanie wzoru  $M = mgfr$ , zastosowanie wzoru  $mgf = mr \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  i poprawny wynik wraz z jednostką
- 2 p.** – zapisanie wzoru  $M = mgfr$ , zastosowanie wzoru  $M = I \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$  (lub wzoru  $mgf = mr \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ ), błędne obliczenie czasu lub błędna jednostka
- zastosowanie metody przedstawionej w drugiej odpowiedzi i poprawny wynik  $\Delta t$  wraz z jednostką, brak lub błąd zapisania wzoru na  $M$

**1 p.** – zapisanie wzoru  $M = mgfr$ , brak spełnienia pozostałych kryteriów

– zastosowanie metody przedstawionej w drugiej odpowiedzi i wzoru  $mgf = mr \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ ,  
brak spełnienia pozostałych kryteriów

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.3. (0–4)**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie  | Obliczenie energii kinetycznej bryły sztywnej, zastosowanie pojęcia energii potencjalnej (I.1.1.d.9, I.1.2.a.5) |
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)                                    |

Poprawna odpowiedź:

Energia początkowa  $E_{pocz} = mgh + \frac{I\omega_1^2}{2} = 7,5 \text{ J}$ , energia końcowa  $E_{końc} = (I + mr^2) \frac{\omega_2^2}{2} = 3,2 \text{ J}$ .  
Wydzielone ciepło jest równe różnicy  $E_{pocz} - E_{końc}$ , czyli 4,3 J.

**4 p.** – poprawne: a) wyrażenie na energię początkową, b) wyrażenie na energię końcową,  
c) zastosowanie zasady zachowania energii, d) wyniki liczbowe wraz z jednostkami

**3 p.** – poprawne trzy elementy a), b) i c), błędne obliczenia lub jednostki

**2 p.** – poprawne dwa elementy spośród a), b) i c)

**1 p.** – poprawny jeden element spośród a), b) i c)

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.4. (0–2)**

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Narysowanie wykresu (II.4.b) |
|--------------------------|------------------------------|

Poprawna odpowiedź:



**2 p.** – wykres liniowy rosnący, przecinający oś pionową w punkcie  $Q > 0$

**1 p.** – wykres liniowy rosnący, rozpoczynający się w  $Q = 0$

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**Zadanie 2. (0–9)**

**2.1. (0–1)**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Korzystanie z informacji | Uzupełnienie brakujących elementów (II.2) |
|--------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Jednostką pominiętą jest kilogram. Wielkością fizyczną wyrażającą się w kilogramach jest masa.

**1 p.** – napisanie nazwy jednostki i nazwy wielkości fizycznej

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

## 2.2. (0–1)

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie pojęcia mocy (I.1.6.1 PP) |
|-------------------------|--|

Poprawna odpowiedź:

Jednostka mocy wyraża się przez podstawowe jednostki układu SI jako  $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^3}$ .

**1 p.** – poprawne wyrażenie jednostki mocy przez kg, m i s

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

## 2.3. (0–3)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|--|

Poprawna odpowiedź:

$$\sqrt{\frac{\hbar \cdot G}{c^5}} = \sqrt{\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2}{2\pi \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^5}} = 5,4 \cdot 10^{-44} \text{ s.}$$

Wielkością wyrażaną w tych jednostkach jest czas.

**3 p.** – podstawienie poprawnych jednostek wszystkich stałych, podanie wyniku w sekundach lub inne uzasadnienie wielkości (czas), poprawne obliczenie wartości liczbowej

**2 p.** – podstawienie poprawnych jednostek wszystkich stałych, podanie wyniku w sekundach lub inne uzasadnienie wielkości, błąd lub brak wartości liczbowej

– podstawienie do wzoru poprawnych jednostek wszystkich stałych i poprawne obliczenie wartości liczbowej, błąd lub brak przekształcenia jednostek lub błędna nazwa wielkości

**1 p.** – podstawienie do wzoru poprawnych jednostek wszystkich stałych, brak spełnienia pozostałych kryteriów

– brak podstawienia do wzoru poprawnych jednostek wszystkich stałych, poprawne obliczenie wartości liczbowej

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

## 2.4. (0–2)

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tworzenie informacji | Interpretacja informacji zapisanej w postaci tekstu (III.1) |
|----------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

$$[\eta] = \left[ \frac{tppr^4}{ml} \right] = \frac{\text{s} \cdot \text{kg} \cdot \text{Pa} \cdot \text{m}^4}{\text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}.$$

**2 p.** – podstawienie do wzoru poprawnych jednostek wszystkich wielkości i podanie poprawnej jednostki lepkości

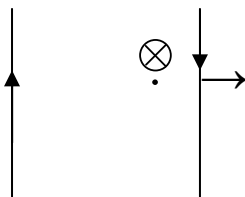
**1 p.** – podstawienie do wzoru poprawnych jednostek wszystkich wielkości, błąd lub brak jednostki lepkości

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

## 2.5. (0–2)

|   |  |
|---|--|
| Korzystanie z informacji<br>Wiadomości i rozumienie | Uzupełnienie brakujących elementów rysunku (II.2)<br>Obliczenie wartości siły elektrodynamicznej (I.1.4.3) |
|---|--|

Poprawna odpowiedź:



Ze wzoru na wartość siły oddziaływania przewodów  $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$  obliczamy

$$F = \frac{2 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2} \cdot 5 \text{ A} \cdot 5 \text{ A} \cdot 1 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} = 25 \text{ } \mu\text{N} \text{ (lub } F/l = 25 \text{ } \mu\text{N/m)}.$$

**2 p.** – poprawny symbol  $\otimes$ , strzałka w prawo, poprawne obliczenie siły wraz z jednostką

**1 p.** – poprawny symbol  $\otimes$  i strzałka w prawo, błąd obliczenia siły lub błędna jednostka

– poprawne obliczenie siły wraz z jednostką, błąd lub brak symbolu  $\otimes$  lub strzałki

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

### Zadanie 3. (0–10)

#### 3.1. (0–2)

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Wiadomości i rozumienie | Opis zależności natężenia prądu od częstotliwości w obwodzie zawierającym pojemność (I.1.4.b.14) |
|-------------------------|--|

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, gdyż zgodnie ze wzorem  $R_C = \frac{1}{\omega C}$  zmalał opór pojemnościowy.
- Wartość skuteczna natężenia prądu wzrosła, gdyż kondensator ładował się tym samym ładunkiem, ale częściej.

**2 p.** – poprawny wybór: natężenie prądu wzrosło, wraz z uzasadnieniem

**1 p.** – poprawny wybór: natężenie prądu wzrosło, z niepełnym uzasadnieniem (np. ponieważ opór zmalał, bez odwołania do wzoru  $R_C = \frac{1}{\omega C}$ )

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

#### 3.2. (0–3)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
| Wiadomości i rozumienie  | Obliczenie wartości skutecznej natężenia prądu (I.1.4.b.9)                   |

Poprawna odpowiedź:

Korzystamy z prawa Ohma w postaci  $I = \frac{U}{R_C}$ , podstawiamy  $R_C = \frac{1}{2\pi f C}$  oraz  $I_{sk} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$  (lub  $U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ ) i otrzymujemy wynik  $I_{sk} = \frac{U_{max} \cdot 2\pi f C}{\sqrt{2}} = \frac{15 \text{ V} \cdot 2\pi \cdot 12 \text{ kHz} \cdot 45 \text{ nF}}{\sqrt{2}} = 36 \text{ mA}$ .

**3 p.** – poprawna metoda obliczenia i poprawny wynik

**2 p.** – skorzystanie z prawa Ohma w postaci  $I = \frac{U}{R_C}$  i podstawienie  $R_C = \frac{1}{2\pi f C}$

**1 p.** – skorzystanie z prawa Ohma w postaci  $I = \frac{U}{R_C}$

– obliczenie ładunku ze wzoru  $Q = C U_{max}$  i podzielenie go przez  $T/4$  (wynik 32,4 mA)

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

## 3.3 (0–2)

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tworzenie informacji | Sformułowanie i uzasadnienie wniosku (III.5) |
|----------------------|--|

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Zmniejszona o 5% wartość pojemności kondensatora  $C$  wynosi  $0,95 \cdot 45 \text{ nF} = 43 \text{ nF}$ , a powtórzenie obliczeń z zad. 3.2 dla tej wartości  $C$  dałoby wartość  $I_{sk} = \frac{15 \text{ V} \cdot 2\pi \cdot 12 \text{ kHz} \cdot 43 \text{ nF}}{\sqrt{2}} = 34 \text{ mA}$ , która jest większa od 32 mA.
- Zmierzona wartość  $I_{sk} = 32 \text{ mA}$  jest mniejsza od poprzednio obliczonej wartości 36 mA o 4 mA, czyli o  $4/36 = 11\%$ . Ponieważ zmiana wartości  $C$  o 5% pociąga za sobą zmianę  $I_{sk}$  także o 5%, więc wartość 32 mA nie jest zgodna z tolerancją pojemności kondensatora.

2 p. – poprawne rozwiązanie i wniosek

- 1 p. – napisanie, że zmiana o 5% w wartości  $C$  pociąga za sobą zmianę o 5% w wartości  $I_{sk}$ , brak lub błąd porównania ze zmierzoną wartością  $I_{sk}$
- powtórzenie obliczenia ze zmniejszoną o 5% pojemnością kondensatora i otrzymanie wyniku 34 mA, brak lub błąd wniosku
  - powtórzenie obliczenia ze zwiększoną o 5% pojemnością kondensatora i otrzymanie wyniku 38 mA

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

## 3.4. (0–1)

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tworzenie informacji | Zbudowanie prostego modelu fizycznego do opisu zjawiska (III.3) |
|----------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Indukcyjność zwojnicy jest większa, niż prostego drutu, zatem nawinięcie drutu powoduje zmniejszenie natężenia prądu.

1 p. – stwierdzenie wzrostu indukcyjności (lub zawady, lub impedancji, lub oporu indukcyjnego)

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

## 3.5. (0–2)

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie | Obliczenie indukcyjności zwojnicy (I.1.4.a.6)<br>Obliczenie częstotliwości fal elektromagnetycznych w zależności od parametrów obwodu $LC$ (I.1.4.c.17) |
|-------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Wsunięcie rdzenia zwiększa indukcyjność zwojnicy  $L$ , a zgodnie z zależnością  $f \sim \frac{1}{\sqrt{LC}}$  wzrost  $L$  powoduje zmniejszenie częstotliwości.

2 p. – stwierdzenie wzrostu indukcyjności oraz zmniejszenia się częstotliwości

1 p. – stwierdzenie wzrostu indukcyjności, brak lub błąd wniosku na temat częstotliwości  
– stwierdzenie zmniejszenia się częstotliwości, brak stwierdzenia wzrostu indukcyjności

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

#### Zadanie 4. (0–9)

##### 4.1. (0–3)

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tworzenie informacji | Zbudowanie prostego modelu fizycznego i matematycznego do opisu zjawiska (III.3)<br>Sformułowanie i uzasadnienie wniosku (III.5) |
|----------------------|--|

Poprawna odpowiedź:

Różnica odległości głośników od punktu B wynosi  $\Delta s = 0,31$  m, a długość fali dźwiękowej jest równa  $\lambda = \frac{340 \text{ m/s}}{2200 \text{ Hz}} = 0,155$  m. Ponieważ  $\Delta s$  jest całkowitą wielokrotnością  $\lambda$ , to fazy obu fal są zgodne, czyli następuje wzmocnienie.

- 3 p.** – obliczenie różnicy odległości głośników od B i obliczenie długości fali oraz stwierdzenie, że  $\Delta s$  jest całkowitą wielokrotnością  $\lambda$  i wniosek  
**2 p.** – obliczenie różnicy odległości głośników od B i obliczenie długości fali, błędy lub braki w pozostałych elementach rozwiązania  
**1 p.** – obliczenie różnicy odległości głośników od B, błędy lub braki w pozostałych elementach rozwiązania  
 – obliczenie długości fali, błędy lub braki w pozostałych elementach rozwiązania  
**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

##### 4.2. (0–1)

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tworzenie informacji | Interpretacja informacji zapisanej w postaci tekstu i schematu (III.1) |
|----------------------|--|

Poprawna odpowiedź: 



- 1 p.** – narysowanie strzałki w przybliżeniu poziomej (w lewo lub w prawo)  
**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

##### 4.3. (0–2)

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tworzenie informacji | Zbudowanie prostego modelu fizycznego do opisu zjawiska (III.3)<br>Sformułowanie i uzasadnienie wniosku (III.5) |
|----------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Po odwróceniu biegunowości zasilania głośnika G2 nastąpi osłabienie dźwięku (interferencja destruktywna) w punkcie B i wzmocnienie (interferencja konstruktywna) w punkcie C, ponieważ odwrócenie biegunowości spowodowało odwrócenie fazy jednej z fal.

- 2 p.** – poprawny opis zmiany fazy (zmiany interferencji konstruktywnej na destruktywną i odwrotnie) i zmiany natężenia dźwięku w B i C  
**1 p.** – poprawny opis zmiany fazy (zmiany interferencji konstruktywnej na destruktywną), brak lub błąd opisu zmiany natężenia dźwięku w B i C  
 – poprawny opis zmiany natężenia dźwięku w B i C, brak lub błąd uzasadnienia  
**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**4.4. (0–2)**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie związku między długością a częstotliwością fali (I.1.5.2 PP) |
| Tworzenie informacji    | Sformułowanie i uzasadnienie wniosku (III.5)                              |

Poprawna odpowiedź:

Odległość od punktu, w którym dźwięk jest wzmocniony, do najbliższego punktu, w którym jest osłabiony zmałała.

Wynika to stąd, że wzrost częstotliwości powoduje skrócenie długości fali.

**2 p.** – poprawny wybór i stwierdzenie skrócenia długości fali

**1 p.** – poprawny wybór, brak stwierdzenia skrócenia długości fali

– stwierdzenie skrócenia długości fali, brak poprawnego podkreślenia

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**4.5. (0–1)**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Korzystanie z informacji | Analiza informacji podanej w formie tekstu (II.1.a) |
|--------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Odległość od punktu, w którym dźwięk jest wzmocniony, do najbliższego punktu, w którym jest osłabiony zmałała.

**1 p.** – poprawny wybór

**0 p.** – brak poprawnego wyboru

**Zadanie 5. (0–12)****5.1. (0–2)**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie równania Clapeyrona (I.1.4.a.1 PP) |
|-------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Z prawa przemiany izochorycznej  $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_D}{T_D}$  obliczamy  $T_D = \frac{450 \text{ K} \cdot 1000 \text{ hPa}}{1300 \text{ hPa}} = 346 \text{ K}$ .

**2 p.** – zastosowanie prawa przemiany izochorycznej i poprawny wynik wraz z jednostką

**1 p.** – zastosowanie prawa przemiany izochorycznej, błąd wyniku lub jednostki

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**5.2. (0–2)**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie równania Clapeyrona (I.1.4.a.1 PP) |
|-------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:

Z prawa przemiany izotermicznej  $p_A V_A = p_B V_B$  obliczamy  $p_B = \frac{32 \text{ cm}^3 \cdot 1300 \text{ hPa}}{46 \text{ cm}^3} = 904 \text{ hPa}$ .

**2 p.** – zastosowanie prawa przemiany izotermicznej i poprawny wynik wraz z jednostką

**1 p.** – zastosowanie prawa przemiany izotermicznej, błąd wyniku lub jednostki

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

5.3. (0–2)

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznej z zastosowaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|--|

Poprawna odpowiedź:

$$\text{Moc cieplna } P = \frac{Q}{t} = \frac{\rho \cdot V \cdot c_{sp}}{t} = 173 \text{ W.}$$

- 2 p. – poprawna metoda obliczenia mocy cieplnej i poprawny wynik  
1 p. – poprawna metoda obliczenia mocy cieplnej, błąd lub brak wyniku  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

5.4. (0–2)

|                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Opis przemian gazowych (I.1.4.a.2 PP) |
|-------------------------|---------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

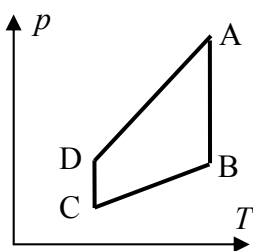
- A → B:  $U$  nie zmienia się  
B → C: przemiana izochoryczna,  $U$  maleje  
C → D:  $U$  nie zmienia się  
D → A: przemiana izochoryczna,  $U$  rośnie

- 2 p. – poprawne nazwy i poprawny opis zmian energii wewnętrznej we wszystkich przemianach cyklu  
1 p. – 4 lub 5 wpisów prawidłowych  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

5.5. (0–2)

|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Narysowanie wykresu (II.4.b) |
|--------------------------|------------------------------|

Poprawna odpowiedź:



- 2 p. – narysowanie odcinków BC i AD jako prostych rosnących, których przedłużenia przechodzą przez początek układu, narysowanie odcinków AB i CD jako pionowych i prawidłowa kolejność punktów  
1 p. – narysowanie odcinków BC i AD jako prostych rosnących, których przedłużenia przechodzą przez początek układu, błąd narysowania odcinków AB i CD  
– narysowanie odcinków AB i CD jako pionowych i prawidłowa kolejność punktów, błąd narysowania odcinków BC i AD  
0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

## 5.6. (0–2)

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie równania Clapeyrona (I.1.4.a.1 PP)<br>Zastosowanie pojęcia ciepła molowego (I.1.6.b.2) |
|-------------------------|---|

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Z równania Clapeyrona na podstawie danych z punktu A obliczamy

$$n = \frac{1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 450 \text{ K}} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mola. Ciepło dostarczone wynosi}$$

$$nC_V \Delta T = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 21 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (450 \text{ K} - 340 \text{ K}) = 2,56 \text{ J.}$$

- Z równania Clapeyrona na podstawie danych z punktu D obliczamy

$$n = \frac{1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 340 \text{ K}} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ mola. Ciepło dostarczone wynosi}$$

$$nC_V \Delta T = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 21 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (450 \text{ K} - 340 \text{ K}) = 2,61 \text{ J.}$$

**2 p.** – poprawna metoda obliczenia liczby moli i ciepła dostarczonego, poprawne wyniki wraz z jednostkami

**1 p.** – poprawna metoda obliczenia liczby moli, poprawny wynik wraz z jednostką, błąd lub brak obliczenia ciepła dostarczonego

– poprawna metoda obliczenia liczby moli i ciepła dostarczonego, błąd lub brak w wynikach lub jednostkach

– poprawna metoda obliczenia ciepła dostarczonego, wynik zgodny z przyjętą liczbą moli, poprawna jednostka

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

## Zadanie 6. (0–8)

## 6.1. (0–1)

|                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Sformułowanie opisu zjawiska (II.4.a) |
|--------------------------|---------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Jonizacja materii to przemiana obojętnych elektrycznie atomów lub cząsteczek w jony, następująca wskutek oderwania jednego lub kilku elektronów od atomu.

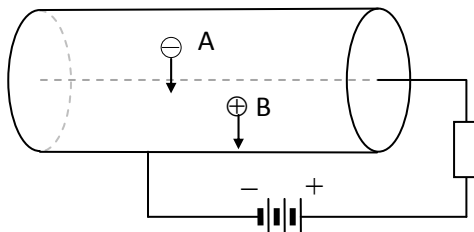
**1 p.** – poprawny opis zjawiska

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

## 6.2. (0–1)

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Korzystanie z informacji | Uzupełnienie brakujących elementów rysunku (II.2) |
|--------------------------|---|

Poprawna odpowiedź:



**1 p.** – narysowanie obu wektorów z poprawnymi zwrotami (w dół)

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**6.3. (0–1)**

|                      |  |
|----------------------|--|
| Tworzenie informacji | Sformułowanie i uzasadnienie wniosku (III.5) |
|----------------------|--|

Poprawna odpowiedź:

Elektron zacznie się poruszać z większym przyspieszeniem, niż jon, ponieważ ma znacznie mniejszą masę.

**1 p.** – poprawna odpowiedź i uzasadnienie

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**6.4. (0–2)**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Wiadomości i rozumienie  | Wykorzystanie pojęć energii kinetycznej i energii potencjalnej ładunku w polu elektrostatycznym (I.1.6.2 PP i I.1.2.b.5) |
| Korzystanie z informacji | Obliczenie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)   |

Poprawna odpowiedź:

Energia kinetyczna przyspieszonego elektronu jest równa pracy w polu elektrostatycznym

$$\frac{mv^2}{2} = eU, \text{ stąd } v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} = 1,33 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

**2 p.** – poprawna metoda obliczenia prędkości elektronu i wynik wraz z jednostką

**1 p.** – zapisanie związku  $\frac{mv^2}{2} = eU$ , błąd lub brak obliczenia prędkości elektronu lub jednostki

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**6.5. (0–1)**

|                      |   |
|----------------------|---|
| Tworzenie informacji | Sformułowanie i uzasadnienie opinii (III.5) |
|----------------------|---|

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Stwierdzenie nie jest prawdziwe, gdyż np.: iloczyn 0·400 nie jest równy 1·296.
- Stwierdzenie nie jest prawdziwe, gdyż w zależności odwrotnie proporcjonalnej jedna zmienna dąży do nieskończoności, gdy druga dąży do zera.

**1 p.** – poprawna odpowiedź: i uzasadnienie (obliczenie dwóch dowolnie wybranych iloczynów  $x \cdot N$ , lub drugi wariant)

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**6.6. (0–2)**

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Korzystanie z informacji | Analiza informacji przedstawionej w formie tabeli (II.1.b) |
| Tworzenie informacji     | Sformułowanie wniosku (III.5)                              |

Poprawna odpowiedź:

Obliczenia  $\frac{400 - 296}{296} \approx 0,35$ ,  $\frac{296 - 220}{200} \approx 0,35$ ,  $\frac{220 - 163}{163} \approx 0,35$  oraz wpisanie wyników do tabeli.

Zgodnie z wynikami doświadczenia, stosunek liczby cząstek pochłoniętych do liczby cząstek przechodzących był dla kolejnych warstw w przybliżeniu jednakowy.

**2 p.** – poprawna metoda, poprawne wyniki liczbowe oraz poprawny wybór

**1 p.** – poprawny zapis w liczniku i mianowniku dwóch ułamków, błędy lub braki w pozostałych elementach rozwiązania

– obliczenie dwóch poprawnych wartości ułamka, błędy lub braki w pozostałych elementach rozwiązania

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów