Zadanie 6.1. (0–4)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników. IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	Zdający: VI.7) […] rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów; VI.11) stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda sprawdzenia własności przemiany izotermicznej (opisana w warunku za 3 pkt) **oraz** sprawdzenie warunku dotyczącego niepewności pomiaru **oraz** zapisanie poprawnej odpowiedzi.

3 pkt – zapisanie własności przemiany izotermicznej jako $p_i V_i = \text{const}$ **oraz** poprawna metoda określenie ciśnienia gazu wewnątrz cylindra, tzn. zapisanie, że $p_i = \Delta p_i + p_{at}$ **oraz** prawidłowe wyniki liczbowe dla iloczynów $p_i V_i$ (lub temperatur) w każdym pomiarze.

2 pkt – zapisanie własności przemiany izotermicznej jako $p_i V_i = \text{const}$ **oraz** poprawna metoda określenie ciśnienia gazu wewnątrz cylindra, tzn. zapisanie, że $p_i = \Delta p_i + p_{at}$

1 pkt – zapisanie własności przemiany izotermicznej jako $pV = \text{const}$ (lub równoważnie).

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Skorzystamy z własności przemiany izotermicznej. Zgodnie z równaniem stanu gazu doskonałego mamy:

$$pV = nRT$$

Ponieważ w przemianie izotermicznej mamy stałą temperaturę oraz przemianie ulega ustalona masa gazu, to prawa strona równania jest stała:

$$pV = \text{const}$$

Zatem, żeby ustalić czy przemiana jest izotermiczna należy ustalić, czy iloczyn $p_i V_i$ ($i \in \{1,2,3,4,5\}$) jest taki sam (z uwzględnieniem niepewności pomiaru) we wszystkich pięciu pomiarach. Określimy ciśnienie p_i gazu w cylindrze w każdym i-tym pomiarze:

$$p_i = p_{at} + \Delta p_i$$

W poniższej tabeli określimy p_i, następnie obliczmy iloczyny $p_i V_i$ dla każdego i-tego pomiaru:

Uwaga: Proporcje danej wielkości, lub równość danej wielkości są niezależne od użytych jednostek tej wielkości. Zatem w celu zbadania czy wielkość $p_i V_i$ jest stała nie trzeba zamieniać jednostek.

Nr pomiaru	1	2	3	4	5
p_i, hPa	1 120	1 320	1 620	2 220	3 320
$p_i V_i$, hPa · cm^3	$1\,120 \cdot 60 = 67\,200$	$1\,320 \cdot 50 = 66\,000$	$1\,620 \cdot 40 = 64\,800$	$2\,220 \cdot 30 = 66\,600$	$3\,320 \cdot 20 = 66\,400$

Sprawdzimy – zgodnie z warunkiem określonym w zadaniu – czy różnice iloczynów $p_i V_i$ wynikają z niepewności pomiaru:

$$\frac{67\,200 - 64\,800}{64\,800} \approx 0{,}04 < 0{,}05$$

Różnice iloczynów $p_i V_i$ wynikają tylko z niepewności pomiaru, czyli przemiana jest izotermiczna.

Zadanie 6.2. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.7) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów; VI.9.) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a […] energią wewnętrzną gazu doskonałego.

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie

A3

Zadanie 6.3. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymaganie szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.11) stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia gęstości powietrza **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – poprawna metoda wyprowadzenia równania z którego można bezpośrednio wyznaczyć gęstość powietrza za pomocą ciśnienia, temperatury, masy molowej i stałej gazowej (czyli skorzystanie z równania stanu gazu doskonałego, definicji masy molowej i definicji gęstości), np. zapisy równoważne poniższym:

$$\left(pV = nRT \quad \text{oraz} \quad \frac{\mu}{\rho} = \frac{V}{n}\right) \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{p\mu}{RT}$$

albo

$$p\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\mu}RT \quad \rightarrow \quad \rho = \frac{p\mu}{RT}$$

1 pkt – zapisanie równania stanu gazu doskonałego **oraz** zapisanie/wykorzystanie związku miedzy masą molową a masą i liczbą moli, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\left(pV = nRT \quad \text{oraz} \quad \mu = \frac{m}{n}\right) \quad \text{albo} \quad pV = \frac{m}{\mu}RT$$

LUB

– zapisanie równania stanu gazu doskonałego **oraz** zapisanie/wykorzystanie związku miedzy gęstością a masą i objętością, np. zapisy równoważne poniższym:

$\left(pV = nRT \quad \text{oraz} \quad \rho = \frac{m}{V} \right) \quad \text{albo} \quad p\frac{m}{\rho} = nRT$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zapiszemy równanie stanu gazu doskonałego:

$$1) \quad pV = nRT$$

Z definicji masy molowej i gęstości wyprowadzimy związek między masą molową a gęstością:

$$2) \ \mu = \frac{m}{n} \qquad \text{oraz} \qquad 3) \ \rho = \frac{m}{V} \qquad \rightarrow \qquad 4) \quad \frac{\mu}{\rho} = \frac{V}{n}$$

Zależność 4) wykorzystamy w równaniu 1):

$$5) \quad pn\frac{\mu}{\rho} = nRT \qquad \rightarrow \qquad p\frac{\mu}{\rho} = RT \qquad \rightarrow \qquad 6) \quad \rho = \frac{p\mu}{RT}$$

Do obliczeń wykorzystamy dane z ostatniego (piątego) pomiaru:

$$7) \quad \rho = \frac{(p_{at} + \Delta p_5)\mu}{RT_5} = \frac{3\,320 \cdot 10^2 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m^2}} \cdot 29 \ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}{8{,}31 \ \frac{\mathrm{N \cdot m}}{\mathrm{K \cdot mol}} \cdot 295 \ \mathrm{K}} \approx 3\,930 \ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{m^3}} = 3{,}93 \ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}}$$