Zadanie 7.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 5.2) opisuje przemianę izochoryczną; 5.3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda udowodnienia, że przemiana jest izochoryczna, tzn.: zapisanie równania $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$ wynikającego z własności przemiany izochorycznej, prawidłowe ustalenie na podstawie wykresu temperatur oraz ciśnień azotu w stanach *A* i *B* (zdający w rozwiązaniu może wykorzystać parametry stanów gazu pomiędzy stanami *A* i *B*), wyrażenie temperatur w skali Kelwina oraz wykazanie obliczeniami odpowiednich równości: $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B} = 1{,}6\ \mathrm{kPa/K}$ (podobnie jak w sposobie 1.)

LUB

– poprawna metoda udowodnienia, że przemiana jest izochoryczna, tzn. stwierdzenie, że miejscem zerowym funkcji liniowej, której wykres zawiera odcinek *AB,* jest $T = -273\ ^\circ\mathrm{C}$, wyznaczenie równania prostej *AB* oraz wykazanie, że $p(-273\ ^\circ\mathrm{C}) = 0$ (podobnie jak w sposobie 2.) albo wykazanie, że w nowym układzie współrzędnych, w którym temperatura wyrażona jest w kelwinach, prosta zawierająca odcinek *AB* przecina punkt $(0{,}0)$.

1 pkt – zapisanie równości wynikającej z równania stanu gazu doskonałego i własności przemiany izochorycznej: $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$ (lub związków równoważnych np.: $p_A V = nRT_A$ oraz $p_B V = nRT_B$) (podobnie jak w sposobie 1.) i wyrażenie temperatur w skali Kelwina (lub zapis o tym, że temperatury muszą być w skali Kelwina)

LUB

– stwierdzenie, że miejscem zerowym funkcji liniowej, której wykres zawiera odcinek *AB*, jest $T = -273\ ℃$ (podobnie jak w sposobie 2.) albo zapisy temu równoważne (np.: w układzie współrzędnych, w którym temperatura wyrażona jest w kelwinach, prosta zawierająca odcinek *AB* przecina punkt $(0,0)$).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwagi dodatkowe

1. Gdy zdający podstawia do równości $\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$ (lub związków równoważnych) temperaturę w skali Celsjusza to otrzymuje 0 pkt.
2. Gdy zdający, wyrażając temperaturę w skali Kelwina, użyje poprawnej metody (doda 273 do temperatury wyrażonej w skali Celsjusza) oraz (1) popełni błąd obliczeniowy albo (2) błędnie odczyta temperaturę z wykresu, to dostaje 1 pkt.
3. Gdy zdający, wyrażając temperaturę w skali Kelwina, użyje błędnej metody (np. odejmie 273 od temperatury wyrażonej w skali Celsjusza), to dostaje 0 pkt.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

Wykres $p(T)$ przedstawia przemianę izochoryczną wtedy, gdy:

1) jest fragmentem linii prostej,
2) dla dowolnych dwóch punktów na tej prostej iloraz ciśnienia i temperatury – wyrażonej w kelwinach – jest stały.

Warunek określony w punkcie 1) jest spełniony automatycznie, ponieważ wykres *A*–*B* jest odcinkiem prostej. Sprawdzimy warunek określony w punkcie 2). W przemianie izochorycznej *A*–*B* powinna być spełniona równość:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$$

gdzie T_A oraz T_B są temperaturami wyrażonymi w skali bezwzględnej Kelwina. Odczytamy współrzędne punktów *A* i *B* z wykresu oraz wykonamy obliczenia:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{0{,}4\ \text{MPa}}{(-23\ + 273)\ \text{K}} = \frac{400\ \text{kPa}}{250\ \text{K}} = 1{,}6\ \frac{\text{kPa}}{\text{K}}$$

$$\frac{p_B}{T_B} = \frac{0{,}6\ \text{MPa}}{(102\ + 273)\ \text{K}} = \frac{600\ \text{kPa}}{375\ \text{K}} = 1{,}6\ \frac{\text{kPa}}{\text{K}}$$

Z powyższych obliczeń wynika, że:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$$

Sposób 2.

Wykres *A*–*B* zależności $p(T)$ przedstawia przemianę izochoryczną wtedy, gdy:

1) równanie zależności $p(T)$ (w układzie współrzędnych, w którym temperatura wyrażona jest w ℃) jest postaci: $p(T) = aT + b$ dla pewnych współczynników a i b.
2) $p(-273\ ℃) = 0$ (lub równoważne wykazanie, że w układzie współrzędnych, w którym temperatura wyrażona jest w kelwinach, prosta zawierająca odcinek *AB* przecina punkt (0,0)).

Warunek określony w punkcie 1) jest spełniony automatycznie, ponieważ *A*–*B* jest odcinkiem prostej. Sprawdzimy warunek określony w punkcie 2). Wyprowadzimy równanie prostej przechodzącej przez punkty *A* i *B* układu współrzędnych (p, T) w jednostkach MPa oraz °C:

$$p - 0{,}6 = \frac{0{,}6 - 0{,}4}{102 - (-23)} \cdot (T - 102)$$

$$p = 0{,}0016 \cdot T + 0{,}4368$$

Sprawdzamy warunek 2):

$$p(-273\ ^\circ\mathrm{C}) = 0{,}0016 \cdot (-273) + 0{,}4368 = 0$$

Zadanie 7.2. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej; 5.8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.
0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

1. **F** 2. **P** 3. **P**

Zadanie 7.3. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	Zdający: 5.1) […] stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu; 5.3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda wyznaczenia objętości azotu w stanie *B* oraz podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

1 pkt – zastosowanie równania Clapeyrona oraz zastosowanie związku między liczbą moli a masą i masą molową.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Objętość w stanie *B* obliczymy z równania Clapeyrona:

$$p_B V_B = nRT_B$$

Liczbę moli gazu wyrazimy poprzez masę gazu oraz masę molową:

$$n = \frac{m}{\mu}$$

Z powyższych równań wyznaczymy V_B:

$$V_B = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT_B}{p_B}$$

$$V_B = \frac{1{,}4\ \text{kg}}{0{,}028\ \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \cdot \frac{8{,}31\ \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\ (102\ + 273)\ \text{K}}{0{,}6 \cdot 10^6\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \approx 260\ 000 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3 = 0{,}26\ \text{m}^3$$

Zadanie 7.4. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 3.6) (G) posługuje się pojęciem ciśnienia […]; 8.4) (G) przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-); przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba).

Zasady oceniania

1 pkt – wpisanie prawidłowej wartości siły parcia.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

Siła parcia, z jaką azot znajdujący się w stanie *A* działa na 1 cm^2 płaskiej ścianki zbiornika, ma wartość ..... 40 ..... N.

Zadanie 7.5. (0–1)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie […] izochorycznej; 5.7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

A