Zadanie 6.1. (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: V.3) (SP) posługuje się pojęciem parcia (nacisku) oraz pojęciem ciśnienia w cieczach i gazach wraz z jego jednostką; stosuje do obliczeń związek między parciem a ciśnieniem. VI.9) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek […]; VI.11) stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu.

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Pełne rozwiązanie

PP

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

A2

Zadanie 6.3. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji 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; VI.12) posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu; interpretuje związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego.

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 1.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia pracy siły parcia gazu w drugiej przemianie **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką (znak może być dowolny).

2 pkt – zapisanie I zasady termodynamiki dla drugiej przemiany z poprawnym uwzględnieniem konwencji znaków (stosowanej konsekwentnie) **oraz** zapisanie związku między ciepłem pobranym w przemianie izobarycznej a przyrostem temperatury, **oraz** zapisanie związku między przyrostem energii wewnętrznej a przyrostem temperatury, **oraz** wykorzystanie związku między C_V a C_p, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$n\frac{3}{2}R\Delta T_2 = |Q_2| - |W_2| \quad \text{oraz} \quad Q_2 = n\frac{5}{2}R\Delta T_2$$

1 pkt – zapisanie I zasady termodynamiki dla drugiej przemiany z poprawnym uwzględnieniem konwencji znaków (stosowanej konsekwentnie) **oraz** zapisanie związku między ciepłem pobranym w przemianie izobarycznej a przyrostem temperatury, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$\Delta U_2 = |Q_2| - |W_2| \quad \text{oraz} \quad Q_2 = nC_p\Delta T_2$$

LUB

– zapisanie I zasady termodynamiki dla drugiej przemiany z konsekwentnym uwzględnieniem konwencji znaków **oraz** zapisanie związku między przyrostem energii wewnętrznej a przyrostem temperatury, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$\Delta U_2 = |Q_2| - |W_2| \quad \text{oraz} \quad \Delta U_2 = nC_V\Delta T_2$$

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

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 2.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia pracy siły parcia gazu w drugiej przemianie **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką (znak może być dowolny).

2 pkt – zapisanie (wykorzystanie) wzoru na pracę siły parcia **oraz** zapisanie (wykorzystanie) związku między ciepłem pobranym w przemianie izobarycznej a przyrostem temperatury, **oraz** zapisanie (wykorzystanie) związku (wynikającego z równania stanu gazu) między przyrostem temperatury a przyrostem objętości w przemianie izobarycznej, **oraz** wykorzystanie związku między C_V a C_p, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$$|W_2| = nR|\Delta T_2| \quad \text{oraz} \quad Q_2 = n\frac{5}{2}R\Delta T_2$$

LUB

– zapisanie (wykorzystanie) wzoru na pracę siły parcia **oraz** zapisanie (wykorzystanie) związku (wynikającego z równania stanu gazu) między przyrostem temperatury a przyrostem objętości w przemianie izobarycznej, **oraz** zapisanie I zasady termodynamiki dla drugiej przemiany z poprawnym (konsekwentnym) uwzględnieniem konwencji znaków, **oraz** zapisanie związku między przyrostem energii wewnętrznej a przyrostem temperatury:

$$|W_2| = nR|\Delta T_2| \quad \text{oraz} \quad n\frac{3}{2}R\Delta T_2 = |Q_2| - |W_2|$$

1 pkt – zapisanie wzoru na pracę siły parcia **oraz** zapisanie związku (wynikającego z równania stanu gazu) między przyrostem temperatury a przyrostem objętości w przemianie izobarycznej, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$|W_2| = p_2|\Delta V_2|$ oraz $p_2\Delta V_2 = nR\Delta T_2$

albo

$|W_2| = nR|\Delta T_2|$

LUB

– zapisanie wzoru na pracę siły parcia **oraz** zapisanie związku między ciepłem pobranym w przemianie izobarycznej a przyrostem temperatury, np. zapisy (lub zapisy równoważne):

$|W_2| = p_2|\Delta V_2|$ oraz $Q_2 = nC_p\Delta T_2$

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

Przykładowe pełne rozwiązania

Sposób 1. (z zastosowaniem I zasady termodynamiki)

Zapiszemy I zasadę dynamiki dla drugiej przemiany. Przyjmiemy konwencję, zgodnie z którą stratę energii przez układ w postaci ciepła lub pracy oznaczamy znakiem minus, a wzrost energii w postaci ciepła lub pracy oznaczamy znakiem plus. W drugiej przemianie gaz pobiera ciepło, siła parcia wykonuje pracę, przyrost energii wewnętrznej jest dodatni (temperatura rośnie proporcjonalnie do objętości), zatem (indeks dolny $_2$ oznacza wielkości w drugiej przemianie):

$$1)\quad |\Delta U_2| = |Q_2| - |W_2|$$

Wykorzystamy związek między temperaturą (w tym przypadku przyrostem temperatury) a energią wewnętrzną (w tym przypadku przyrostem energii wewnętrznej) gazu doskonałego

$$2)\quad \frac{3}{2}nR|\Delta T_2| = |Q_2| - |W_2|$$

Wykorzystamy związek między ciepłem Q_2 pobranym w przemianie przy stałym ciśnieniu (w drugiej przemianie) a przyrostem ΔT_2 temperatury w tej przemianie:

$$3)\quad Q_2 = \frac{5}{2}nR\Delta T_2 \qquad \rightarrow \qquad 4)\quad \Delta T_2 = \frac{2}{5}\cdot\frac{1}{nR}\cdot Q_2$$

Przyrost temperatury określony wzorem 4) podstawimy do wzoru 2):

$$5)\quad \frac{3}{2}nR\cdot\frac{2}{5}\cdot\frac{1}{nR}\cdot|Q_2| = |Q_2| - |W_2|$$

$$6)\quad \frac{3}{5}|Q_2| = |Q_2| - |W_2| \qquad \rightarrow \qquad |W_2| = \frac{2}{5}|Q_2| = \frac{2}{5}\cdot 100\ \mathrm{J} = 40\ \mathrm{J}$$

Sposób 2. (z zastosowaniem wzoru na pracę siły parcia)

Zapiszemy wzór na pracę w przemianie izobarycznej (indeks dolny $_2$ oznacza wielkości w drugiej przemianie):

$$1)\quad |W_2| = p_2|\Delta V_2|$$

Przyrost objętości wyznaczymy z równania stanu gazu doskonałego, przy stałym ciśnieniu

$$2) \quad p_2 \Delta V_2 = nR\Delta T_2$$

Zależność otrzymaną w 2) podstawimy do równania 1):

$$3) \quad |W_2| = nR|\Delta T_2|$$

Wykorzystamy związek między ciepłem Q_2 pobranym w przemianie przy stałym ciśnieniu (w drugiej przemianie) a przyrostem ΔT_2 temperatury w tej przemianie:

$$4) \quad Q_2 = \frac{5}{2} nR\Delta T_2 \qquad \rightarrow \qquad 5) \quad \Delta T_2 = \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{nR} \cdot Q_2$$

Przyrost temperatury określony wzorem 5) podstawimy do wzoru 3):

$$6) \quad |W_2| = nR \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{nR} \cdot |Q_2| \quad \rightarrow \quad |W_2| = \frac{2}{5}|Q_2| = \frac{2}{5} \cdot 100\ \mathrm{J} = 40\ \mathrm{J}$$