Zadanie 6.1. (0–2)

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne zaznaczenia w czterech zdaniach.
1 pkt – poprawne zaznaczenia w dwóch lub trzech zdaniach.
0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawna odpowiedź

1. **F** 2. **P** 3. **P** 4. **P**

Zadanie 6.2. (0–3)

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia sprawności silnika cieplnego oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.
2 pkt – poprawna metoda obliczenia pracy całkowitej w cyklu i prawidłowy wynik: $|W_{cal}| = p_1 V_1$ oraz poprawna metoda obliczenia ciepła pobranego w cyklu oraz zapisanie wzoru na sprawność z pracą całkowitą i ciepłem pobranym

LUB

– poprawna metoda obliczenia pracy całkowitej i ciepła pobranego w cyklu i prawidłowy wynik: $|Q_{pob}| = p_1V_1 + |Q_{odd}|$ oraz zapisanie wzoru na sprawność cyklu z ciepłem pobranym i ciepłem oddanym.

1 pkt – zapisanie wzoru na sprawność cyklu (w dowolnej postaci) oraz poprawna metoda obliczenia ciepła pobranego: zapisanie równania I zasady termodynamiki, które uwzględnia, że zmiana energii wewnętrznej w cyklu jest równa zero: $\Delta U_{cykl} = 0$, oraz uwzględnia pracę W_{spr} podczas sprężania gazu, pracę W_{roz} podczas rozprężania gazu, ciepło Q_{pob} pobrane przez gaz w cyklu oraz ciepło Q_{odd} oddane w cyklu

LUB

– zapisanie wzoru na sprawność cyklu (w dowolnej postaci) oraz poprawna metoda obliczenia pracy całkowitej w cyklu i prawidłowy wynik: $|W_{cal}| = p_1V_1$.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sprawność silnika cieplnego obliczamy ze wzoru:

$$\eta = \frac{|W_{cal}|}{|Q_{pob}|}$$

Obliczymy pracę całkowitą w cyklu. Skorzystamy ze wzoru $|W| = p|\Delta V|$ na pracę siły parcia (i siły przeciwnej do siły parcia):

$$|W_{cal}| = |W_{roz}| - |W_{spr}|$$

$$|W_{cal}| = p_{23}|\Delta V_{23}| - p_{41}|\Delta V_{41}| \quad \rightarrow \quad |W_{cal}| = 2p_1(2\mathrm{V}_1 - \mathrm{V}_1) - p_1(2\mathrm{V}_1 - \mathrm{V}_1)$$

$$|W_{cal}| = p_1V_1$$

Obliczymy ciepło pobrane w cyklu. Zapiszemy I zasadę termodynamiki dla cyklu pracy silnika. Całkowita zmiana energii wewnętrznej gazu w cyklu wynosi zero. Przyjmiemy konwencję, zgodnie z którą ciepło pobrane z otoczenia oraz pracę podczas sprężania przyjmiemy za dodatnie (gaz zyskuje energię), a ciepło oddane i pracę gazu przy rozprężaniu – za ujemne (gaz traci energię):

$$0 = |W_{spr}| - |W_{roz}| + |Q_{pob}| - |Q_{odd}| = -|W_{cal}| + |Q_{pob}| - |Q_{odd}|$$

$$|Q_{pob}| = |W_{cal}| + |Q_{odd}| = p_1V_1 + |Q_{odd}| \qquad \left(\text{spostrzeżenie: } |Q_{odd}| = \frac{11}{2}p_1V_1\right)$$

$$|Q_{pob}| = 480\ \mathrm{J} + 2640\ \mathrm{J} = 3120\ \mathrm{J} \qquad \left(\text{spostrzeżenie: } |Q_{pob}| = \frac{13}{2}p_1V_1\right)$$

Obliczymy sprawność silnika cieplnego:

$$\eta = \frac{480\ \mathrm{J}}{3120\ \mathrm{J}} \approx 0{,}15 \qquad \left(\text{spostrzeżenie: } \eta = \frac{p_1V_1}{\frac{13}{2}p_1V_1} = \frac{2}{13}\right)$$

Zadanie 6.3. (0–2)

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne narysowanie i oznaczenie cyklu.

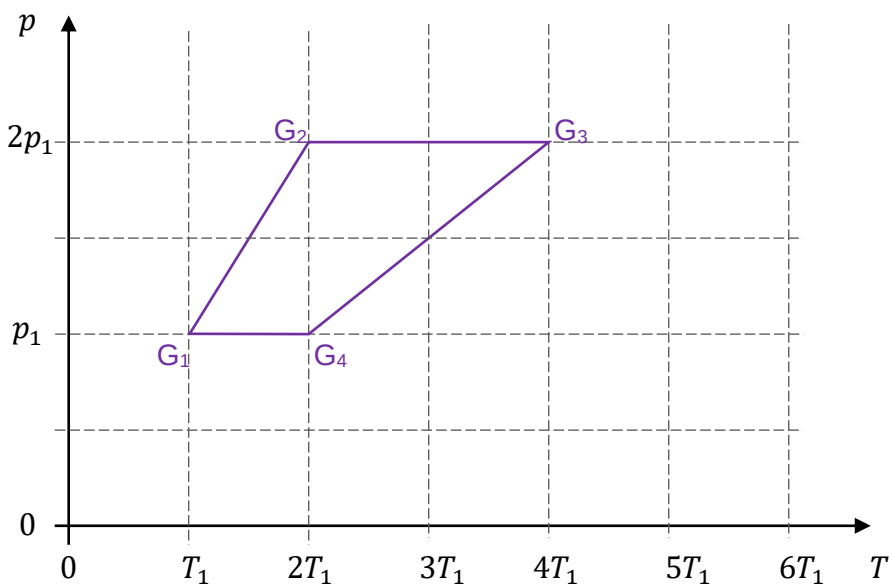
1 pkt – poprawne narysowanie i oznaczenie kierunków dwóch izobar G_2–G_3 i G_4–G_1 oraz prawidłowy kierunek cyklu (wyznaczony numeracją), a stan 1 oznaczony najbliżej punktu (0;0)

LUB

– poprawne narysowanie kierunków dwóch izochor G_1–G_2 i G_3–G_4 (linie muszą się przedłużać do punktu (0;0)) oraz prawidłowy kierunek cyklu (wyznaczony numeracją), a stan 1 oznaczony najbliżej do punktu (0;0).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie



Uwaga! Zapisy w brudnopisie nie są oceniane. Poniżej prezentuje się przykładowe zapisy pomocnicze, pokazujące (i porządkujące) sposób myślenia prowadzący do rozwiązania zadania. Zadanie można rozwiązać bez zapisów pomocniczych.

$G_1\colon\ p_1 \cdot V_1 \propto T_1$ $\quad G_2\colon\ 2p_1 \cdot V_1 \propto 2T_1$ $\quad G_3\colon\ 2p_1 \cdot 2V_1 \propto 4T_1$ $\quad G_4\colon\ p_1 \cdot 2V_1 \propto 2T_1$