Zadanie 7. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 5.8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; 5.10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę.

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 liczbowy z jednostką oraz poprawna metoda obliczenia ciepła pobranego w cyklu oraz zapisanie wzoru na sprawność z pracą całkowitą i ciepłem pobranym

LUB

– poprawna metoda obliczenia ciepła pobranego w cyklu i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką 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 liczbowy z jednostką.

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:

$$|W_{cal}| = |W_{roz}| - |W_{spr}| \quad \rightarrow \quad |W_{cal}| = 660\ \text{J} - 550\ \text{J} = 110\ \text{J}$$

Obliczymy ciepło pobrane. 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, a ciepło oddane i pracę gazu przy rozprężaniu – za ujemne:

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

$$0 = 550\ \text{J} - 660\ \text{J} + |Q_{pob}| - 210\ \text{J}$$

$$|Q_{pob}| = -550\ \text{J} + 660\ \text{J} + 210\ \text{J} = 320\ \text{J}$$

Obliczymy sprawność silnika cieplnego:

$$\eta = \frac{110\ \text{J}}{320\ \text{J}} \approx 0{,}34$$