Zadanie 6.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę.

a) (0–2)

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ciepła oddanego przez silnik S_1 oraz prawidłowy wynik liczbowy podany z jednostką.

1 pkt – przyrównanie sprawności silnika S_1 do sprawności silnika idealnego, łącznie z zastosowaniem odpowiednich wzorów (z ciepłami i temperaturami) i prawidłową identyfikacją wielkości fizycznych (ciepeł i temperatur) występujących w obu wzorach
LUB
– poprawne obliczenie sprawności silnika idealnego $\eta_{max} \approx 0{,}61$.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Ilość ciepła oddanego do chłodnicy przez silnik S_1 jest możliwie najmniejsza, gdy sprawność tego silnika jest równa sprawności silnika idealnego. W związku z tym przyrównamy sprawność silnika S_1 do sprawności maksymalnej i tak wyznaczymy Q_{odd}:

$$\eta_{S1} = \eta_{max} \quad \rightarrow \quad \frac{W_{calk}}{Q_{pob}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \rightarrow \quad \frac{Q_{pob} - Q_{odd}}{Q_{pob}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{100\ \text{J} - Q_{odd}}{100\ \text{J}} = \frac{750\ \text{K} - 290\ \text{K}}{750\ \text{K}} \quad \rightarrow \quad \frac{100\ \text{J} - Q_{odd}}{100\ \text{J}} = 0{,}613$$

$$100\ \text{J} - Q_{odd} = 61{,}3\ \text{J} \quad \rightarrow \quad Q_{odd} \approx 38{,}7\ \text{J}$$

b) (0–1)

Zasady oceniania

1 pkt – pełne wyjaśnienie dotyczące granicznej wartości ciepła oddanego: stwierdzenie, że gdyby ciepło oddane byłoby mniejsze od pewnej wartości granicznej, to sprawność silnika przekroczyłaby maksymalną, teoretyczną sprawność silnika idealnego.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowa pełna odpowiedź

Gdyby ciepło oddane było mniejsze od pewnej wartości granicznej, to sprawność silnika byłaby większa od maksymalnej sprawności, z jaką może pracować silnik pomiędzy danymi temperaturami. (Sprawność nie może przekroczyć sprawności silnika idealnego).

Uwaga dodatkowa

Wyjaśnienie typu „ponieważ byłoby to niezgodne z II zasadą termodynamiki / zasadami termodynamiki" jest niewystarczające (brak jest w takim wyjaśnieniu powiązania zmiany oddanego ciepła ze zmianą sprawności).

Zadanie 6.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 5.5) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła; 5.8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ciepła oddanego przez silnik S_2 oraz prawidłowy wynik liczbowy podany z jednostką.

1 pkt – wykorzystanie I zasady termodynamiki dla cyklu (z uwzględnieniem, że $\Delta U_{cykl} = 0$): przyrównanie do zera sumy całkowitej pracy i ciepła całkowitego wymienionego z otoczeniem (z uwzględnieniem W_{spr}, W_{roz}, Q_{pob}, Q_{odd})

LUB

– wykorzystanie I zasady termodynamiki dla cyklu (z uwzględnieniem, że $\Delta U_{cykl} = 0$): przyrównanie pracy całkowitej w cyklu do całkowitego ciepła wymienionego z otoczeniem (z uwzględnieniem W_{spr}, W_{roz}, Q_{pob}, Q_{odd}) albo przyrównanie energii oddanej w cyklu (sumy ciepła oddanego i pracy rozprężania) do energii zyskanej w cyklu (sumy ciepła pobranego i pracy podczas sprężania)

LUB

– wykorzystanie wzoru na sprawność silnika w dwóch postaciach: $\eta = \frac{W_{calk}}{Q_{pob}}$ oraz $\eta = \frac{Q_{pob} - Q_{odd}}{Q_{pob}}$ łącznie z poprawną identyfikacją wielkości fizycznych w tych wzorach

LUB

– skorzystanie ze związków (pomiędzy ciepłem oddanym, pobranym a temperaturą źródła i chłodnicy) jakie występują w cyklu pracy silnika idealnego: $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$.

Uwaga! W kryterium za 1 p. dopuszcza się niezgodność znaków z przyjętą konwencją.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1. (z wykorzystaniem I zasady termodynamiki)

Zapiszemy I zasadę termodynamiki dla cyklu silnika S_2. Zmiana energii wewnętrznej 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:

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

Podstawiamy odpowiednie dane:

$$34{,}8\ \text{J} - 8{,}7\ \text{J} = 100\ \text{J} - |Q_{odd}| \qquad \rightarrow \qquad |Q_{odd}| = 73{,}9\ \text{J} \approx 74\ \text{J}$$

Sposób 2. (z wykorzystaniem wzoru na sprawność)

Obliczymy sprawność silnika S2:

$$\eta = \frac{|W_{calk}|}{|Q_{pob}|} = \frac{|W_{roz}| - |W_{spr}|}{|Q_{pob}|} = \frac{34{,}8\ \text{J} - 8{,}7\ \text{J}}{100\ \text{J}} = 0{,}261$$

Skorzystamy ze wzoru na sprawność z ciepłami:

$$\eta = \frac{|Q_{pob}| - |Q_{odd}|}{|Q_{pob}|} \quad \rightarrow \quad \frac{100\ \text{J} - |Q_{odd}|}{100\ \text{J}} = 0{,}261 \quad \rightarrow \quad |Q_{odd}| = 73{,}9\ \text{J} \approx 74\ \text{J}$$

Zadanie 6.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	Zdający: 5.10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź

C