Zadanie 6. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: VI.2) rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; VI.3) posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii; VI.5) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu mas **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego: $\frac{m}{M} \approx 0{,}47$

3 pkt – zapisanie równania (bilansu energii) wskazującego na wymianę energii w postaci ciepła pomiędzy wodą a lodem **oraz** uwzględnienie, że energia w postaci ciepła oddana przez wodę, a pobrana przez lód, została zużytkowana na jego ogrzanie i stopienie, **oraz** uwzględnienie związków między ciepłem oddanym przez wodę, ciepłem pobranym lód a odpowiednimi ciepłami właściwymi, zmianami temperatur i masami, np. zapisy równoważne poniższym:

$$Mc_w|\Delta T_M| = mc_l|\Delta T_m| + mL$$

2 pkt – zapisanie równania (bilansu energii) wskazującego na wymianę energii w postaci ciepła pomiędzy wodą a lodem **oraz** uwzględnienie, że energia w postaci ciepła pobrana przez lód została zużytkowana na jego ogrzanie i stopienie, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|Q_M| = |Q_m|_{ogrzanie} + |Q_m|_{topnienie}$$

LUB

– zapisanie równania / wyrażenia wskazującego na to, że energia w postaci ciepła pobrana przez lód została zużytkowana na jego ogrzanie i stopienie **oraz** uwzględnienie związków między tymi ciepłami a zmianą temperatury lodu, ciepłem właściwym lodu i ciepłem topnienia lodu, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|Q_m| = mc_l|\Delta T_m| + mL$$

1 pkt – zapisanie równania (bilansu energii) wskazującego na wymianę energii w postaci ciepła pomiędzy wodą a lodem, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|Q_M| = |Q_m|$$

LUB

– zapisanie równania / wyrażenia wskazującego na to, że energia w postaci ciepła pobrana przez lód została zużytkowana na jego ogrzanie i stopienie, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|Q_m| = |Q_m|_{ogrzanie} + |Q_m|_{topnienie}$$

LUB

– zapisanie związku między ciepłem oddanym przez wodę a zmianą temperatury wody, np. zapisy równoważne poniższym:

$$|Q_M| = Mc_w|\Delta T_M|$$

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Rozważamy układ złożony z wody o masie M i lodu o masie m. Zgodnie z założeniem układ nie wymienia energii z otoczeniem. Zatem, zgodnie z I zasadą termodynamiki, zmiana energii wewnętrznej ΔU_{Mm} układu jako całości jest równa zero:

$$\Delta U_{Mm} = 0 \qquad \rightarrow \qquad \Delta U_M + \Delta U_m = 0$$

Z tego wynika, że wyodrębnione podukłady wymieniają się wzajemnie energią wewnętrzną w postaci ciepła. Woda oddaje ciepło (chłodząc się) a lód pobiera ciepło (na ogrzanie i topnienie):

$$-|Q_M|+|Q_m| = 0 \qquad \rightarrow \qquad |Q_M| = |Q_m|$$

$$|Q_M| = |Q_m|_{ogrzanie} + |Q_m|_{topnienie}$$

Wykorzystamy wzory z ciepłem właściwym wody, lodu oraz ciepłem topnienia lodu:

$$Mc_w|\Delta T_M| = mc_l|\Delta T_m| + mL$$

$$Mc_w|\Delta T_M| = m(c_l|\Delta T_m| + L)$$

Obliczymy iloraz $\frac{m}{M}$:

$$\frac{m}{M} = \frac{c_w|\Delta T_M|}{c_l|\Delta T_m| + L}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{4\,200 \cdot 40}{2\,050 \cdot 10 + 334\,000} \approx 0{,}474$$