KLUCZ ODPOWIEDZI · DLA NAUCZYCIELA

Sprawdzian z termodynamiki

Grupa A

1. (1 pkt) **B**

2. (1 pkt) **C**

3. (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. P; 4. F** — po 1 pkt za zdanie

4. (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. P; 4. F** — po 1 pkt za zdanie

5. (4 pkt) **1–D, 2–C, 3–A, 4–B** — po 1 pkt za parę

6. (2 pkt) **(1) 1; (2) 4200** — po 1 pkt za lukę

7. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Z równania gazu doskonałego: $\rho = pM/(RT)$. Przy stałym ciśnieniu (otwarta baza balonu): wzrost T → spadek ρ powietrza wewnątrz balonu. Siła wyporu (Archimedes): $F_w = \rho_{zewn} V g$. Ciężar: $Q = \rho_{wewn} V g + Q_{balon}$. Gdy $\rho_{wewn} < \rho_{zewn}$ na tyle, że $F_w > Q$: balon unosi się.
Punktacja: Ogrzanie: T rośnie → ρ maleje (przy stałym p) (1 pkt). Archimedes: siła wyporu > ciężar gdy $\rho_{wewn} < \rho_{zewn}$ (1 pkt). Razem 2 pkt.

8. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: II zasada (Clausius): ciepło nie może samorzutnie przejść od ciała chłodniejszego do cieplejszego. Przykład: gorąca kawa stygnie w pokoju — ciepło przepływa od kawy do otoczenia. Odwrotny proces (kawa samorzutnie się nagrzewa kosztem ochłodzenia powietrza) nie zachodzi, choć nie łamałby I zasady. Entropia układu izolowanego rośnie.
Punktacja: Poprawne sformułowanie II zasady (1 pkt). Przykład zjawiska nieodwracalnego z wyjaśnieniem (1 pkt). Razem 2 pkt.

9. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Entropia mierzy stopień 'nieporządku' (liczbę możliwych mikrostanów). Perfumy w butelce: niski stan entropii (cząsteczki skoncentrowane). Po otwarciu: dyfuzja → cząsteczki rozchodzą się równomiernie → maksymalna entropia. Proces jest nieodwracalny, bo prawdopodobieństwo samorzutnego powrotu cząsteczek do butelki jest astronomicznie małe (~$10^{-10^{23}}$).
Punktacja: Entropia: miara nieporządku / liczby mikrostanów (1 pkt). Nieodwracalność: cząsteczki spontanicznie nie wrócą do butelki, bo entropia musi rosnąć (1 pkt). Razem 2 pkt.

10. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Przy ogrzewaniu gazu przy stałym ciśnieniu gaz się rozpręża, wykonując pracę $W = p\Delta V$. Dostarczane ciepło musi pokryć zarówno wzrost energii wewnętrznej ($nC_V\Delta T$), jak i pracę rozprężania. Stąd $C_p > C_V$. Dla gazu doskonałego: $C_p - C_V = R$ (relacja Mayera).
Punktacja: Wyjaśnienie: przy $p = \text{const}$ gaz się rozpręża i wykonuje pracę, więc trzeba dodać energię na pracę (1 pkt). Związek $C_p = C_V + R$ (1 pkt). Razem 2 pkt.

Grupa B

1. (1 pkt) **B**

2. (1 pkt) **D**

3. (4 pkt) **1. P; 2. P; 3. F; 4. P** — po 1 pkt za zdanie

4. (4 pkt) **1. F; 2. P; 3. P; 4. F** — po 1 pkt za zdanie

5. (4 pkt) **1–A, 2–B, 3–D, 4–C** — po 1 pkt za parę

6. (2 pkt) **(1) parowanie; (2) skraplanie** — po 1 pkt za lukę

7. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Woda ma największą gęstość w temperaturze ok. 4°C. Poniżej 4°C woda rozszerza się przy chłodzeniu (anomalnie). Lód (0°C) ma mniejszą gęstość niż woda w 4°C, więc pływa na powierzchni. W jeziorze zimą: woda o 4°C (najcięższa) opada na dno, lód tworzy się na powierzchni i izoluje głębsze warstwy. Dzięki temu organizmy wodne przeżywają zimę.
Punktacja: Anomalia: gęstość wody maksymalna w ~4°C, lód mniej gęsty (1 pkt). Znaczenie: lód pływa na powierzchni, izoluje wodę pod spodem, życie przetrwa (1 pkt). Razem 2 pkt.

8. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: I zasada: $\Delta U = Q + W_{nad\ gazem}$. W procesie adiabatycznym $Q = 0$ (brak wymiany ciepła). Sprężanie: siły zewnętrzne wykonują dodatnią pracę nad gazem ($W_{nad} > 0$). Zatem $\Delta U = W_{nad} > 0$ — energia wewnętrzna rośnie. Dla gazu doskonałego $U \propto T$, więc temperatura rośnie.
Punktacja: I zasada: $\Delta U = Q + W_{nad}$ (1 pkt). Adiabata: $Q = 0$, praca sił zewnętrznych dodatnia → $\Delta U > 0$ → T rośnie (1 pkt). Razem 2 pkt.

9. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Pierwsza zasada termodynamiki dopuszcza całkowitą zamianę ciepła na pracę, ale druga zasada termodynamiki ogranicza taką zamianę w silnikach cieplnych. W praktyce część pobranego ciepła musi zostać oddana do chłodnicy, więc sprawność jest mniejsza od 1.
Punktacja: Zasada zachowania energii (pierwsza zasada termodynamiki) takiej zamiany nie zabrania (1 pkt) + druga zasada termodynamiki ogranicza zamianę ciepła na pracę: część ciepła musi być oddana chłodnicy o niższej temperaturze (1 pkt). 2 pkt.

10. (2 pkt) Przykładowa odpowiedź: Nie narusza. II zasada mówi, że ciepło NIE przechodzi SPONTANICZNIE od chłodniejszego do cieplejszego. Lodówka nie jest spontaniczna — sprężarka wykonuje pracę W (z sieci elektr.), by przetransportować ciepło Q_1 z wnętrza na zewnątrz. Na zewnątrz oddaje $Q_2 = Q_1 + W > Q_1$.
Punktacja: Nie narusza — wymaga pracy zewnętrznej (sprężarka) (1 pkt). II zasada mówi o procesach SPONTANICZNYCH (1 pkt). Razem 2 pkt.

Skala ocen (orientacyjna, 24 pkt w każdej grupie)

bardzo dobry (5)	22–24 pkt
dobry (4)	18–21 pkt
dostateczny (3)	12–17 pkt
dopuszczający (2)	8–11 pkt
niedostateczny (1)	0–7 pkt

Progi: 90%, 75%, 50%, 30%. Progi w Twojej szkole mogą być inne. W zadaniach otwartych uznaj każdą odpowiedź poprawną merytorycznie, także sformułowaną inaczej niż przykład.

Ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: **matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/termodynamika**. Nauczyciele i korepetytorzy ułożą własną kartę z banku ponad 20 tys. zadań: **matury-online.pl/dla-korepetytorow**.