SPRAWDZIAN · FIZYKA

Sprawdzian z termodynamiki **Grupa A**

Fizyka: ciepło, gaz doskonały, zasady termodynamiki

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 24

10 zadań, 24 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

Zadanie 1. (0–1 pkt)

Model gazu doskonałego jest w pełni słuszny jedynie dla:

(A) gazów pod bardzo dużym ciśnieniem
(B) bardzo rozrzedzonych gazów
(C) gazów bliskich temperaturze skraplania
(D) cieczy o niewielkiej gęstości

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 2. (0–1 pkt)

Gaz doskonały ulega przemianie izobarycznej. Jego objętość wzrosła 3-krotnie. Temperatura gazu (w kelwinach):

(A) wzrosła 9-krotnie
(B) wzrosła $1{,}5$ -krotnie
(C) wzrosła 3-krotnie
(D) nie zmieniła się

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 3. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących I zasady termodynamiki:

1. Zmiana energii wewnętrznej gazu jest równa sumie ciepła dostarczonego do gazu i pracy wykonanej nad gazem.	**P**	**F**
2. W przemianie izochorycznej gaz nie wykonuje pracy.	**P**	**F**
3. W przemianie izotermicznej gazu doskonałego cała dostarczona energia zamienia się na pracę wykonaną przez gaz.	**P**	**F**
4. W przemianie adiabatycznej gaz wymienia ciepło z otoczeniem.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 4. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących termodynamiki:

1. W przemianie izochorycznej gaz nie wykonuje pracy.	**P**	**F**
2. W przemianie adiabatycznej gaz nie wymienia ciepła z otoczeniem.	**P**	**F**
3. Energia wewnętrzna gazu doskonałego zależy wyłącznie od temperatury.	**P**	**F**
4. Sprawność silnika cieplnego pracującego w cyklu Carnota zależy od rodzaju czynnika roboczego.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 5. (0–4 pkt)

Dopasuj rodzaj przemiany gazowej do warunku, jaki jest podczas niej spełniony.

1. Przemiana izotermiczna	…	A. objętość gazu pozostaje stała
2. Przemiana izobaryczna	…	B. gaz nie wymienia ciepła z otoczeniem
3. Przemiana izochoryczna	…	C. ciśnienie gazu pozostaje stałe
4. Przemiana adiabatyczna	…	D. temperatura gazu pozostaje stała

Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.

Zadanie 6. (0–2 pkt)

Uzupełnij: ciepło właściwe wody wynosi ok. $c_w = 4200\ \mathrm{J/(kg \cdot K)}$. Oznacza to, że do podgrzania $1\ \mathrm{kg}$ wody o (1) _____ kelwinów potrzeba dostarczyć (2) _____ dżuli energii w postaci ciepła.

Zadanie 7. (0–2 pkt)

Wyjaśnij, korzystając z prawa Archimedesa i równania gazu doskonałego, dlaczego balon na ogrzane powietrze unosi się.

Zadanie 8. (0–2 pkt)

Sformułuj drugą zasadę termodynamiki (w dowolnej wersji) i podaj przykład zjawiska nieodwracalnego, wyjaśniając, dlaczego jest ono nieodwracalne.

Zadanie 9. (0–2 pkt)

Wyjaśnij pojęcie entropii na przykładzie rozchodzenia się zapachu perfum w pokoju. Dlaczego ten proces jest nieodwracalny?

Zadanie 10. (0–2 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego ciepło molowe gazu doskonałego przy stałym ciśnieniu (C_p) jest większe od ciepła molowego przy stałej objętości (C_V). Podaj związek między C_p a C_V.

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/termodynamika

SPRAWDZIAN · FIZYKA

Sprawdzian z termodynamiki **Grupa B**

Fizyka: ciepło, gaz doskonały, zasady termodynamiki

Imię i nazwisko: _____

Klasa: _____

Data: _____

Punkty: _____ / 24

10 zadań, 24 pkt. Czytaj uważnie polecenia. W zadaniach otwartych zapisz obliczenia.

Zadanie 1. (0–1 pkt)

Gaz doskonały pochłonął ciepło $Q = 600$ J i jednocześnie wykonał pracę $W = 400$ J. Zmiana energii wewnętrznej gazu wynosi:

(A) −1000 J

(B) 200 J

(C) −200 J

(D) 150 J

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 2. (0–1 pkt)

Średnia energia kinetyczna ruchu cząsteczek gazu doskonałego jednoatomowego w temperaturze T wynosi $\overline{E_k} = \frac{3}{2}k_BT$. Gdy temperaturę gazu zwiększymy dwukrotnie, to średnia prędkość kwadratowa cząsteczek:

(A) zwiększy się dwukrotnie

(B) zwiększy się czterokrotnie

(C) nie zmieni się

(D) zwiększy się $\sqrt{2}$ razy

Zaznacz jedną poprawną odpowiedź.

Zadanie 3. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących temperatury i skal termometrycznych:

1.	Wzrost temperatury gazu o 1°C jest równy wzrostowi temperatury o 1 K.	**P**	**F**
2.	Zero bezwzględne (0 K) odpowiada temperaturze -273,15°C.	**P**	**F**
3.	W temperaturze zera bezwzględnego cząsteczki gazu poruszają się z maksymalną prędkością.	**P**	**F**
4.	Temperatura w skali Kelvina nigdy nie przyjmuje wartości ujemnych.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 4. (0–4 pkt)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących ciepła właściwego i bilansu cieplnego:

1.	Podczas topnienia substancji krystalicznej jej temperatura rośnie, mimo dostarczania ciepła.	**P**	**F**
2.	W izolowanym układzie ciał wymieniających ciepło tylko między sobą, ciepło oddane przez ciała cieplejsze jest równe ciepłu pobranemu przez ciała chłodniejsze.	**P**	**F**
3.	Ciepło właściwe substancji to ilość ciepła potrzebna do ogrzania jednostkowej masy tej substancji o jeden stopień.	**P**	**F**
4.	Ciepło właściwe wody jest mniejsze od ciepła właściwego większości metali.	**P**	**F**

Przy każdym zdaniu zakreśl P (prawda) albo F (fałsz).

Zadanie 5. (0–4 pkt)

Dopasuj nazwę przemiany termodynamicznej do jej definicji.

1. Izotermiczna	…	A. Stała temperatura
2. Izobaryczna	…	B. Stałe ciśnienie
3. Izochoryczna	…	C. Brak wymiany ciepła z otoczeniem
4. Adiabatyczna	…	D. Stała objętość

Przy każdym numerze wpisz literę pasującego elementu.

Zadanie 6. (0–2 pkt)

Uzupełnij: Przejście z cieczy w gaz nazywa się (1) _____, a przejście z gazu w ciecz to (2) _____ .

Zadanie 7. (0–2 pkt)

Wyjaśnij, na czym polega anomalna rozszerzalność wody i jakie ma ona znaczenie dla życia w jeziorach zimą.

Zadanie 8. (0–2 pkt)

Gaz w cylindrze z tłokiem jest sprężany adiabatycznie. Wyjaśnij, korzystając z I zasady termodynamiki, dlaczego temperatura gazu rośnie podczas tego procesu.

Zadanie 9. (0–2 pkt)

Dlaczego silnik cieplny nie może zamienić całego pobranego ciepła na pracę, choć nie byłoby to sprzeczne z zasadą zachowania energii?

Zadanie 10. (0–2 pkt)

Lodówka przenosi ciepło z wnętrza (chłodnego) na zewnątrz (ciepłe otoczenie). Czy narusza to II zasadę termodynamiki? Uzasadnij.

Rozwiąż ten sprawdzian online, z wyjaśnieniem każdej odpowiedzi: matury-online.pl/sprawdzian/fizyka/termodynamika

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**.