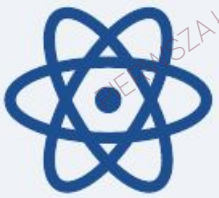
Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 3

Termodynamika

Rozszerzalność cieplna, ciepło i praca, energia wewnętrzna, I zasada termodynamiki, ciepło właściwe i ciepło przemiany fazowej, własności wody; wyznaczanie ciepła właściwego. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, utrwalenie, doświadczenie i materiał źródłowy, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.



Fizyka | klasa 2 LO i technikum | Dział 3 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Termodynamika – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	4 zad. · 10 pkt
2	**Termodynamika – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	7 zad. · 16 pkt
3	**Termodynamika – utrwalenie** Zadania łączące wiadomości z całego działu	Ćwiczenia	ZP	6 zad. · 15 pkt
4	**Termodynamika – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZP	3 zad. · 13 pkt
5	**Kartkówka: termodynamika – grupa A**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: termodynamika – grupa B**	Kartkówka	ZP	4 zad. · 8 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Termodynamika – grupa A**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Termodynamika – grupa B**	Sprawdzian	ZP	10 zad. · 20 pkt · 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze prawa i wzory działu oraz pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie, karta 4 – fizyka w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy (pomiary, wykres, tekst, dane).
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), a karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), każda w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu: odpowiedzi, wymaganie z podstawy przy każdym zadaniu, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania etapami, w stylu zasad oceniania CKE. Osobny plik „Powtórka": prawa i wzory (co jest w broszurze CKE), typowe błędy, test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZP V.1** opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy;
- **ZP V.2** odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy;
- **ZP V.3** posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- **ZP V.4** wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej do obliczania ciepła;
- **ZP V.5** wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi;
- **ZP V.6** doświadczalnie: a) wyznacza ciepło właściwe substancji, b) demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych.

Materiał oryginalny – zadania nie są kopiami zadań CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania (PP): V.1, V.2, V.3, V.4, V.5, V.6. Stałe fizyczne – według broszury CKE „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki". Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Termodynamika – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZP KARTA 1/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Najważniejsze wiadomości · 10 pkt

Przypomnij sobie

- **Rozszerzalność cieplna.** Ogrzane ciało stałe wydłuża się (rozszerzalność **liniowa**): $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$, gdzie α – współczynnik rozszerzalności liniowej (jednostka 1/K), np. stal ok. $12 \cdot 10^{-6}$ 1/K, aluminium $23 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Ciecze i gazy zwiększają **objętość** (rozszerzalność objętościowa) – na tym działa termometr cieczowy i balon na ogrzane powietrze. Dlatego zostawia się szczeliny między przęsłami mostów i odcinkami torów, a przewody latem bardziej zwisają.
- **Energia wewnętrzna** U – suma energii kinetycznej chaotycznego ruchu cząsteczek i energii ich wzajemnego oddziaływania. Gdy rośnie temperatura ciała, rośnie jego energia wewnętrzna. Zmiana temperatury o 1 K jest równa zmianie o 1 °C (ΔT w K = Δt w °C).
- **Ciepło a praca. Ciepło** to energia przekazana między ciałami o różnych temperaturach (zawsze samorzutnie od cieplejszego do chłodniejszego), bez ruchu ciał jako całości. **Praca** to energia przekazana przez działanie siły na drodze: tarcie, sprężanie gazu, uderzanie młotkiem. Oba sposoby zmieniają energię wewnętrzną.
- **I zasada termodynamiki** (zasada zachowania energii): $\Delta U = Q + W$, gdzie Q – ciepło dostarczone do ciała, W – praca wykonana **nad** ciałem. Znaki: $Q > 0$, gdy ciało pobiera ciepło, $Q < 0$, gdy oddaje; $W > 0$, gdy np. sprężamy gaz, $W < 0$, gdy gaz sam wykonuje pracę (rozpręża się, przesuwa tłok).
- **Ciepło właściwe** c – ciepło potrzebne do ogrzania 1 kg substancji o 1 K: $Q = mc\Delta T$, jednostka J/(kg·K).

Substancja	woda	lód	aluminium	piasek kwarcowy	miedź
c, J/(kg·K)	4182	2093	897	830	385

- **Ciepło przemiany fazowej** L – ciepło potrzebne do zmiany stanu skupienia 1 kg substancji w stałej temperaturze: $Q = mL$. Woda: ciepło topnienia lodu 334 kJ/kg, ciepło parowania (100 °C) 2256 kJ/kg. W czasie topnienia i wrzenia temperatura się nie zmienia, a energia wewnętrzna rośnie – na wykresie $t(Q)$ widać poziomy odcinek.
- **Bilans cieplny:** gdy ciała wymieniają ciepło tylko między sobą, ciepło oddane przez ciała cieplejsze jest równe ciepłu pobranemu przez ciała chłodniejsze; końcowa temperatura jest wspólna. Z grzałką o mocy P w czasie t: $Q = Pt$ (gdy nie ma strat).
- **Szczególne własności wody:** największą gęstość ma w temperaturze ok. 4 °C, a lód ma gęstość o ok. 9% mniejszą niż woda – lód pływa, jeziora zamarzają od góry, a przy dnie zimą jest woda o temperaturze ok. 4 °C (ryby przeżywają). Duże ciepło właściwe łagodzi klimat nad morzem i czyni wodę dobrym czynnikiem chłodzącym; duże ciepło parowania sprawia, że parowanie potu chłodzi ciało.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. Ile ciepła trzeba dostarczyć, aby 1,5 kg wody ogrzać od 20 °C do 100 °C? Ile czasu zajmie to czajnikowi o mocy 2000 W, jeśli pominiemy straty? Ciepło właściwe wody: 4182 J/(kg·K).

$\Delta T = 80$ K; $Q = mc\Delta T = 1{,}5$ kg · 4182 J/(kg·K) · 80 K = 501840 J ≈ **$5{,}0 \cdot 10^5$ J**.

$Q = Pt \rightarrow t = \frac{Q}{P} = 501840$ J : 2000 W ≈ 251 s ≈ **4,2 min**.

Przykład 2. **Ile ciepła potrzeba, aby 0,20 kg lodu o temperaturze 0 °C stopić i otrzymaną wodę ogrzać do 20 °C? Ciepło topnienia lodu: 334 kJ/kg, ciepło właściwe wody: 4182 J/(kg·K).**

Dwa etapy. Topnienie (temperatura stała): $Q_1 = mL$ = 0,20 kg · 334000 J/kg = 66800 J.

Ogrzewanie wody: $Q_2 = mc\Delta T$ = 0,20 kg · 4182 J/(kg·K) · 20 K = 16728 J.

$Q = Q_1 + Q_2$ = 83528 J ≈ **$8{,}4 \cdot 10^4$ J**. Częsty błąd: pominięcie topnienia (ok. 80% całego ciepła).

Przykład 3. **Gaz w cylindrze z tłokiem pobrał 500 J ciepła i jednocześnie, rozprężając się, wykonał pracę 200 J. O ile zmieniła się energia wewnętrzna gazu?**

I zasada: $\Delta U = Q + W$. Gaz pobiera ciepło: Q = +500 J. Gaz sam wykonuje pracę, więc praca wykonana **nad** gazem jest ujemna: W = −200 J.

ΔU = 500 J − 200 J = **+300 J** – energia wewnętrzna wzrosła (temperatura gazu wzrosła).

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Stalowa szyna ma długość 25 m. Oblicz, o ile milimetrów wydłuży się, gdy jej temperatura wzrośnie o 40 K. Przyjmij współczynnik rozszerzalności liniowej stali $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F).

1. Ciepło przepływa samorzutnie od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.	**P**	**F**
2. Energię wewnętrzną ciała można zwiększyć tylko przez dostarczenie mu ciepła.	**P**	**F**
3. Gdy lód topi się pod stałym ciśnieniem, jego temperatura nie zmienia się, chociaż lód pobiera ciepło.	**P**	**F**
4. Termometr cieczowy działa dzięki temu, że ogrzana ciecz zwiększa swoją objętość.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. Ciepło potrzebne do ogrzania 1 kg substancji o 1 K to _____ tej substancji.
2. Jednostką ciepła właściwego w układzie SI jest _____ .
3. W I zasadzie termodynamiki $\Delta U = Q + W$ symbol W oznacza pracę wykonaną _____ ciałem.

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Dostarczenie tej samej ilości ciepła 1 kg każdej z substancji spowoduje najmniejszy wzrost temperatury

A. piasek kwarcowy (c = 830 J/(kg·K)).

B. miedź (c = 385 J/(kg·K)).

C. aluminium (c = 897 J/(kg·K)).

D. woda (c = 4182 J/(kg·K)).

Termodynamika – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 16 pkt

Ćwiczenia · 16 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

W aluminiowym garnku o masie 0,80 kg jest 2,0 kg wody. Garnek z wodą ma temperaturę 15 °C. Oblicz, ile ciepła trzeba dostarczyć, aby garnek z wodą ogrzać do 100 °C. Pomiń straty ciepła. Przyjmij: ciepło właściwe aluminium 897 J/(kg·K), wody 4182 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej sytuacji (1–4) sposób (a albo b), w jaki wzrosła energia wewnętrzna wskazanego ciała. Każdy sposób można wybrać więcej niż raz.

1. Dłonie ogrzewają się, gdy szybko pocieramy jedną o drugą.
2. Metalowa łyżka nagrzewa się w gorącej herbacie.
3. Powietrze w pompce rowerowej ogrzewa się przy szybkim pompowaniu.
4. Woda w garnku na rozgrzanej płycie kuchenki ogrzewa się.

a) przekaz energii w postaci ciepła

b) przekaz energii w formie pracy

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Gaz w szczelnym, dobrze izolowanym cieplnie cylindrze szybko sprężono, wykonując nad nim pracę 150 J. Energia wewnętrzna gazu

A. wzrosła o 150 J.

B. zmalała o 150 J.

C. nie zmieniła się, bo gaz nie pobrał ciepła.

D. wzrosła o 300 J.

Termodynamika – utrwalenie

Zadania łączące wiadomości z całego działu

ZP

KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 15 pkt

Ćwiczenia · 15 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Do 250 g herbaty o temperaturze 90 °C dolano 50 g mleka o temperaturze 10 °C. Oblicz temperaturę końcową napoju. Przyjmij, że mleko i herbata mają takie samo ciepło właściwe jak woda, a wymiana ciepła z kubkiem i otoczeniem jest pomijalna. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–6 pkt)

Czajnik elektryczny o mocy 2000 W zawiera 1,2 kg wody o temperaturze 15 °C. Przyjmij, że:
• ciepło właściwe wody wynosi 4182 J/(kg·K), a ciepło parowania wody w temperaturze 100 °C – 2256 kJ/kg;
• moc czajnika jest stała.

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz najkrótszy czas, w jakim czajnik mógłby ogrzać tę wodę do 100 °C (gdyby całe ciepło wydzielone w grzałce ogrzewało wodę). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

W rzeczywistości woda zagotowała się po 250 s. Oblicz, jaki procent energii pobranej przez czajnik ogrzał wodę. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd z Pierwszej Ławki

Zadanie 2.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Czajnik z zepsutym wyłącznikiem po zagotowaniu wody grzał ją jeszcze przez 30 s. Oblicz, ile gramów wody wyparowało w tym czasie. Przyjmij, że całe ciepło z grzałki zużyte zostało na parowanie wody. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Gaz w cylindrze z ruchomym tłokiem pobrał 800 J ciepła, a jego energia wewnętrzna wzrosła o 500 J. Oblicz pracę wykonaną przez gaz i określ, czy gaz się rozprężył, czy został sprężony. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

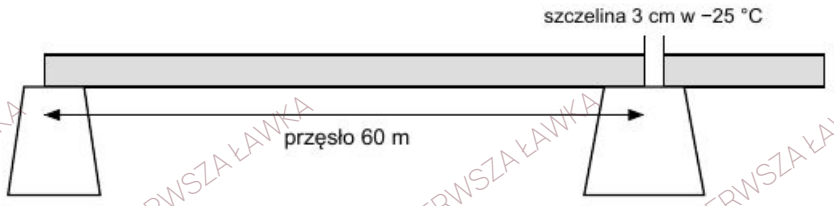
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Zimą, gdy powierzchnia jeziora jest pokryta lodem, woda przy dnie głębokiego jeziora ma temperaturę ok.

A. −4 °C. B. 0 °C. C. 4 °C. D. 10 °C.

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Stalowe przęsło mostu ma długość 60 m. W ciągu roku jego temperatura zmienia się od −25 °C do 45 °C. Oblicz, o ile centymetrów zmienia się długość przęsła, i oceń, czy szczelina, która w najniższej temperaturze (−25 °C) ma szerokość 3 cm (rysunek), wystarczy, aby przęsło nie zetknęło się z sąsiednim. Przyjmij współczynnik rozszerzalności liniowej stali $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Termodynamika – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZP

KARTA 4/8

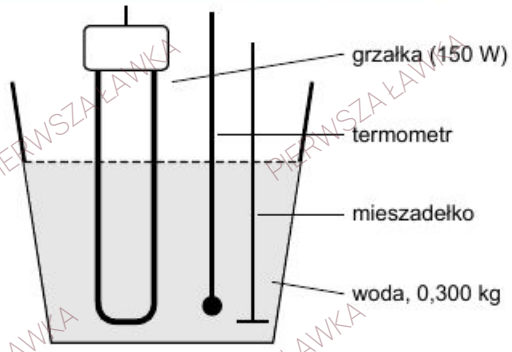
Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 13 pkt

Praca z materiałem źródłowym · 13 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt)

Uczniowie wlali do kubka styropianowego 300 g wody, włożyli grzałkę o mocy 150 W i termometr (rysunek). Włączyli grzałkę i co 60 s odczytywali temperaturę, ciągle mieszając wodę. Termometr ma działkę elementarną 0,5 °C. Wyniki w tabeli:

t, s	0	60	120	180	240
temperatura wody, °C	20,0	27,0	34,0	41,0	48,0



kubek styropianowy z pokrywką (pokrywki nie narysowano)

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, po co w tym doświadczeniu wodę miesza się mieszadełkiem i dlaczego kubek jest styropianowy, a nie metalowy.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz ciepło właściwe wody na podstawie pierwszego i ostatniego pomiaru z tabeli. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–5 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Woda – ciecz o nietypowych własnościach

Większość cieczy przy oziębianiu zmniejsza objętość i zwiększa gęstość aż do zamarznięcia. Woda zachowuje się inaczej: ma największą gęstość w temperaturze ok. 4 °C, a gdy zamarza, jej gęstość maleje o ok. 9%. Dlatego lód pływa po wodzie. W tabeli podano gęstość wody w kilku temperaturach.

temperatura, °C	0,1	4,0	10,0	20,0
gęstość wody, kg/m³	999,85	999,97	999,70	998,21

Woda ma też bardzo duże ciepło właściwe: 4182 J/(kg·K) (w 20 °C), podczas gdy piasek kwarcowy – 830 J/(kg·K), a granit – 790 J/(kg·K). Morza i jeziora latem nagrzewają się wolniej niż ląd, a zimą wolniej stygną – łagodzą klimat. Duże jest również ciepło parowania wody (2256 kJ/kg w 100 °C), dzięki czemu parowanie potu skutecznie chłodzi ciało.

Opracowano na podstawie: USGS Water Science School, „Water Density" (https://www.usgs.gov/water-science-school/science/water-density); Engineering ToolBox: „Water – Density, Specific Weight" (https://www.engineeringtoolbox.com/water-density-specific-weight-d_595.html), „Specific Heat of common Substances" (https://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-capacity-d_391.html), „Water – Heat of Vaporization" (https://www.engineeringtoolbox.com/fluids-evaporation-latent-heat-d_147.html).

Zadanie 3.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na podstawie tabeli podaj, w której z podanych temperatur woda ma największą gęstość, i wyjaśnij, dlaczego zimą przy dnie głębokiego jeziora woda ma właśnie taką temperaturę.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, jakie znaczenie dla organizmów żyjących w jeziorach ma to, że lód ma mniejszą gęstość niż woda.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz, ile razy mniej wzrośnie temperatura 1 kg wody niż 1 kg piasku kwarcowego, jeśli obie substancje pobiorą tyle samo ciepła. Skorzystaj z danych w tekście. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Kartkówka: termodynamika – grupa A

ZP

KARTA 5/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 8 pkt

Kartkówka · 15 minut · 8 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Gwóźdź wbijany młotkiem w deskę nagrzewa się. Energia wewnętrzna gwoździa wzrosła głównie

A. przez wykonanie nad nim pracy.

B. przez przekaz ciepła od cieplejszego ciała.

C. dzięki stopieniu się części metalu.

D. dzięki rozszerzalności cieplnej metalu.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Miedziany odważnik o masie 0,40 kg ogrzano od 20 °C do 120 °C. Oblicz pobrane ciepło. Ciepło właściwe miedzi: 385 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Oblicz, ile ciepła trzeba dostarczyć, aby 0,50 kg lodu o temperaturze 0 °C stopić i powstałą wodę ogrzać do 30 °C. Przyjmij: ciepło topnienia lodu 334 kJ/kg, ciepło właściwe wody 4182 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Gaz w cylindrze z tłokiem pobrał 600 J ciepła i, rozprężając się, wykonał pracę 250 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej gazu. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd – Pierwsza Ławka

Kartkówka: termodynamika – grupa B

ZP

KARTA 6/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 8 pkt

Kartkówka · 15 minut · 8 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Metalowa łyżka włożona do gorącej zupy nagrzewa się. Energia wewnętrzna łyżki wzrosła głównie

A. przez wykonanie nad nią pracy.

B. przez przekaz ciepła od cieplejszego ciała.

C. dzięki stopieniu się części metalu.

D. dzięki rozszerzalności cieplnej metalu.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Aluminiowy klocek o masie 0,30 kg ogrzano od 25 °C do 85 °C. Oblicz pobrane ciepło. Ciepło właściwe aluminium: 897 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Oblicz, ile ciepła trzeba dostarczyć, aby 0,40 kg lodu o temperaturze 0 °C stopić i powstałą wodę ogrzać do 25 °C. Przyjmij: ciepło topnienia lodu 334 kJ/kg, ciepło właściwe wody 4182 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Gaz w cylindrze z tłokiem pobrał 900 J ciepła i, rozprężając się, wykonał pracę 400 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej gazu. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd – Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Termodynamika – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 2 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 11 z 34 stron. Pełna wersja: 34 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Termodynamika – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 10 pkt
- Karta 2: Termodynamika – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 16 pkt
- Karta 3: Termodynamika – utrwalenie – 6 zadań, 15 pkt
- Karta 4: Termodynamika – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 13 pkt
- Karta 5: Kartkówka: termodynamika – grupa A – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 6: Kartkówka: termodynamika – grupa B – 4 zadania, 8 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Termodynamika – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Termodynamika – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia, utrwalenie oraz doświadcze

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-2-dzial-03-termodynamika