Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 14

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe

Rozszerzalność cieplna, ciepło i praca, energia wewnętrzna, I zasada termodynamiki, ciepło właściwe i przemiany fazowe, bilans cieplny, własności wody. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, 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 14 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 16 pkt
3	**Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	7 zad. · 16 pkt
4	**Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	3 zad. · 13 pkt
5	**Kartkówka: ciepło i bilans cieplny – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: ciepło i bilans cieplny – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – grupa A**	Sprawdzian	ZR	9 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – grupa B**	Sprawdzian	ZR	9 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 – zadania w formule matury 2027 z fizyki (polecenia i punktacja jak w arkuszach CKE), karta 4 – 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, jak w zasadach 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)

- **ZR VI.1** opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy;
- **ZR VI.2** rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy;
- **ZR VI.3** posługuje się pojęciem energii wewnętrznej; analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- **ZR VI.4** opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej;
- **ZR VI.5** wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego;
- **ZR VI.6** opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych;
- **ZR VI.7** wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi;
- **ZR VI.17** doświadczalnie: a) demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych, b) bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym, c) demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej.

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 (PR): VI.1, VI.2, VI.3, VI.4, VI.5, VI.6, VI.7, VI.17. 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.

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka

ZR KARTA 1/8

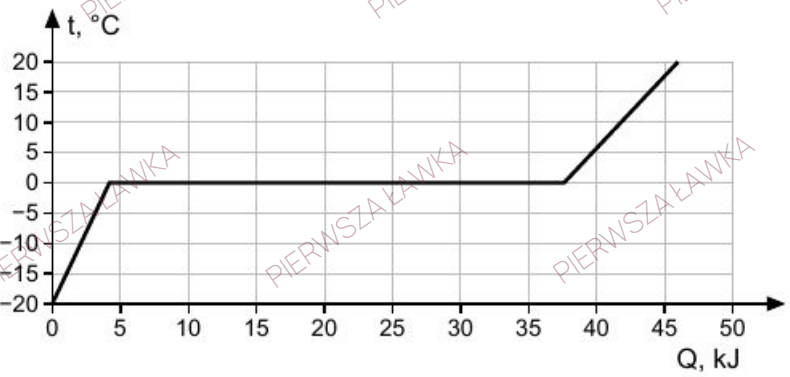
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ... / 9 pkt

Najważniejsze wiadomości · 9 pkt

Przypomnij sobie

- **Rozszerzalność cieplna:** liniowa – $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$ (α – współczynnik rozszerzalności liniowej, 1/K); objętościowa – $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$ (dla ciał stałych $\beta \approx 3\alpha$). Gazy i ciecze rozszerzają się bardziej niż ciała stałe. Wzorów nie ma w broszurze CKE – podaje je zadanie (np. we „Wskazówce").
- **Ciepło i praca** to dwa sposoby przekazu energii: ciepło Q przepływa samorzutnie z ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej; praca W to przekaz energii przez działanie siły na drodze (sprężanie, tarcie, mieszanie). Ani ciepło, ani praca nie są „zawarte" w ciele.
- **Energia wewnętrzna** U – suma energii kinetycznych i potencjalnych oddziaływań cząsteczek ciała. **I zasada termodynamiki** (zasada zachowania energii): $\Delta U = Q + W$, gdzie $Q > 0$ – ciepło pobrane, $W > 0$ – praca wykonana **nad** ciałem.
- **Ciepło właściwe:** $Q = mc\Delta T$, c w J/(kg·K); różnica temperatur w K i w °C jest taka sama. Woda ma bardzo duże ciepło właściwe (ok. 4,2 kJ/(kg·K)).
- **Przemiany fazowe:** topnienie i krzepnięcie, parowanie i skraplanie, sublimacja i resublimacja. Podczas przemiany w stałej temperaturze ciepło $Q = mL$ (L – ciepło przemiany fazowej, J/kg) zmienia skokowo energię wewnętrzną (energię oddziaływań cząsteczek), a nie temperaturę.
- **Współistnienie faz:** w stanie równowagi faz (np. lód i woda w 0 °C pod ciśnieniem 1013 hPa, woda i para nasycona nad nią) temperatura jest stała, dopóki nie zniknie jedna z faz; dopływ ciepła zmienia tylko proporcje faz.
- **Bilans cieplny** w układzie izolowanym: ciepło oddane = ciepło pobrane, $Q_{odd} = Q_{pob}$. Zapisuj każdą „porcję" ciepła osobno (ogrzanie lodu, topnienie, ogrzanie wody…) i sprawdź, czy przemiana fazowa zaszła do końca.
- **Szczególne własności wody:** największa gęstość w ok. 4 °C, lód ma mniejszą gęstość niż woda (pływa, a zamarzająca woda zwiększa objętość o ok. 9%), bardzo duże ciepło właściwe i ciepło parowania. Skutki: jeziora zamarzają od góry, a przy dnie zostaje woda o temperaturze ok. 4 °C; morza łagodzą klimat; parowanie potu chłodzi organizm.

Wielkość	Wzór	Jednostka
ciepło (zmiana temperatury)	$Q = mc\Delta T$	J
ciepło przemiany fazowej	$Q = mL$	J
I zasada termodynamiki	$\Delta U = Q + W$	J
rozszerzalność liniowa	$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$	m



Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Stalowa szyna ma długość 25 m w temperaturze 0 °C. Oblicz jej wydłużenie po ogrzaniu do 40 °C. Przyjmij, że współczynnik rozszerzalności liniowej stali α = 1,2·10⁻⁵ 1/K. Wskazówka: $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$.**

$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$ = 1,2·10⁻⁵ 1/K · 25 m · 40 K = 0,012 m = **12 mm** – dlatego zostawia się przerwy dylatacyjne.

Przykład 2. **Zmieszano 0,20 kg wody o temperaturze 80 °C z 0,30 kg wody o temperaturze 20 °C. Oblicz temperaturę końcową. Pomiń wymianę ciepła z otoczeniem i naczyniem.**

$Q_{odd} = Q_{pob}$: $m_1 c(t_1 - T) = m_2 c(T - t_2)$ – ciepło właściwe się skraca.

$T = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$ = (16 + 6) : 0,50 °C = **44 °C**.

Przykład 3. **Oblicz ciepło potrzebne do zamiany 0,50 kg lodu o temperaturze −10 °C w wodę o temperaturze 20 °C. Przyjmij: ciepło właściwe lodu c_l = 2100 J/(kg·K), ciepło topnienia lodu L = 3,34·10⁵ J/kg, ciepło właściwe wody c_w = 4190 J/(kg·K). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Ogrzanie lodu: $Q_1 = mc_l \Delta T$ = 10500 J; topnienie: $Q_2 = mL$ = 167000 J; ogrzanie wody: $Q_3 = mc_w \Delta T$ = 41900 J.

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ = 219400 J ≈ **2,2·10⁵ J** – najwięcej energii pochłania topnienie.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz ciepło potrzebne do ogrzania 2,0 kg wody od 15 °C do 65 °C. Przyjmij ciepło właściwe wody c_w = 4190 J/(kg·K). Wynik zapisz w notacji wykładniczej z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Metalowa kulka, która w temperaturze pokojowej przechodzi przez pierścień, po silnym ogrzaniu kulki (pierścień zostaje zimny) może już przez niego nie przejść.	P	F
2. Podczas topnienia lodu w 0 °C jego temperatura rośnie.	P	F
3. Energię wewnętrzną ciała można zwiększyć, wykonując nad nim pracę.	P	F

PIERWSZA ŁAWKA

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

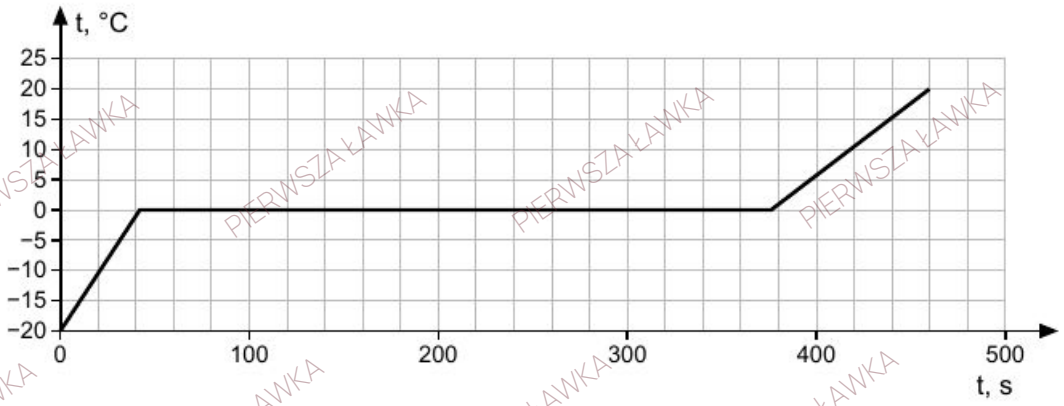
Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 16 pkt

Ćwiczenia · 16 pkt

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Probówkę z 100 g lodu o temperaturze −20 °C ogrzewano grzałką o stałej mocy 100 W. Na wykresie przedstawiono zależność temperatury zawartości probówki od czasu. Odczytaj z wykresu czas topnienia lodu i oblicz ciepło topnienia lodu. Przyjmij, że cała energia z grzałki trafiała do zawartości probówki. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Dłonie ogrzewają się podczas energicznego pocierania jedna o drugą, ponieważ

A. praca sił tarcia zwiększa energię wewnętrzną skóry.

B. w dłoniach gromadzi się ciepło z tarcia, które jest substancją.

C. maleje energia wewnętrzna dłoni.

D. z otoczenia do dłoni przepływa ciepło.

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

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

1. Jeżeli gaz pobrał 300 J ciepła i nie wykonano nad nim ani on nie wykonał pracy, to jego energia wewnętrzna wzrosła o 300 J.	P	F
2. Ciało o wyższej temperaturze ma zawsze większą energię wewnętrzną niż ciało o niższej temperaturze.	P	F
3. Kubek gorącej herbaty postawiony w chłodnym pokoju sam z siebie oddaje energię otoczeniu, a nigdy samorzutnie jej od niego nie pobiera.	P	F

Zadanie 4. (0–3 pkt) ..... / 3

Aluminiowy walec o masie 0,15 kg i temperaturze 90 °C włożono do 0,30 kg wody o temperaturze 20 °C. Oblicz temperaturę końcową. Przyjmij: ciepło właściwe aluminium 900 J/(kg·K), ciepło właściwe wody c_w = 4190 J/(kg·K); pomiń wymianę ciepła z otoczeniem i naczyniem. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdemu zjawisku (1–4) nazwę przemiany fazowej (a–d).

1. szron na szybie samochodu w mroźną noc	a) skraplanie
2. schnięcie prania	b) krzepnięcie
3. rosa na trawie o świcie	c) resublimacja
4. zamarzanie kałuży	d) parowanie

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

W garnku jest 2,0 l wody o temperaturze 20 °C. Oblicz, o ile wzrośnie objętość wody po ogrzaniu do 80 °C. Przyjmij, że średni współczynnik rozszerzalności objętościowej wody w tym zakresie temperatur wynosi $\beta = 4{,}5 \cdot 10^{-4}$ 1/K (model). Wskazówka: $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$. Wynik podaj w cm³. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

ZR

KARTA 3/8

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

Zadania typu maturalnego · 16 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Przyjmij, że ciepło parowania wody w 100 °C wynosi $2{,}26 \cdot 10^6$ J/kg, a ciepło właściwe wody $c_w = 4190$ J/(kg·K). Energia potrzebna do odparowania 1 kg wody o temperaturze 100 °C w porównaniu z energią potrzebną do ogrzania 1 kg wody od 0 °C do 100 °C jest

A. około 0,19 razy większa.
B. około 1,9 razy większa.
C. około 5,4 razy większa.
D. około 54 razy większa.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych stwierdzeń. Wybierz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1. Podczas topnienia lodu w temperaturze 0 °C energia wewnętrzna układu lód–woda rośnie, choć temperatura się nie zmienia.	P	F
2. Lód i woda mogą współistnieć w równowadze w temperaturze 0 °C pod ciśnieniem atmosferycznym tylko wtedy, gdy ich masy są równe.	P	F

Zadanie 3. (0–6 pkt)

Do szklanki z 250 g lemoniady o temperaturze 25 °C wrzuca się kostki lodu o temperaturze 0 °C.
Przyjmij, że:
• lemoniada ma ciepło właściwe wody, $c_w = 4190$ J/(kg·K);
• ciepło topnienia lodu $L = 3{,}34 \cdot 10^5$ J/kg;
• wymianę ciepła z otoczeniem i ze szklanką można pominąć.

Zadanie 3.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz najmniejszą masę lodu, który – topiąc się w całości – schłodzi lemoniadę do 0 °C. Wynik podaj w gramach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 3.2. (0–3 pkt) ..... / 3

Do lemoniady wrzucono 40 g lodu, który stopił się w całości. Oblicz temperaturę końcową lemoniady. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Gdyby do lemoniady wrzucono 120 g lodu, to po ustaleniu się równowagi

A. temperatura byłaby niższa niż 0 °C.

B. temperatura byłaby równa 0 °C, a w szklance pozostałaby część lodu.

C. cały lód by się stopił, a temperatura byłaby wyższa niż 0 °C.

D. cała lemoniada by zamarzła.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Ołowiana kulka spada swobodnie z wysokości h na stalową płytę i nie odbija się. Przyjmij, że cała energia mechaniczna kulki zwiększa jej energię wewnętrzną, a ciepło właściwe ołowiu wynosi c. Wyznacz przyrost temperatury kulki ΔT – w zależności tylko od h, g i c. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na ΔT.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

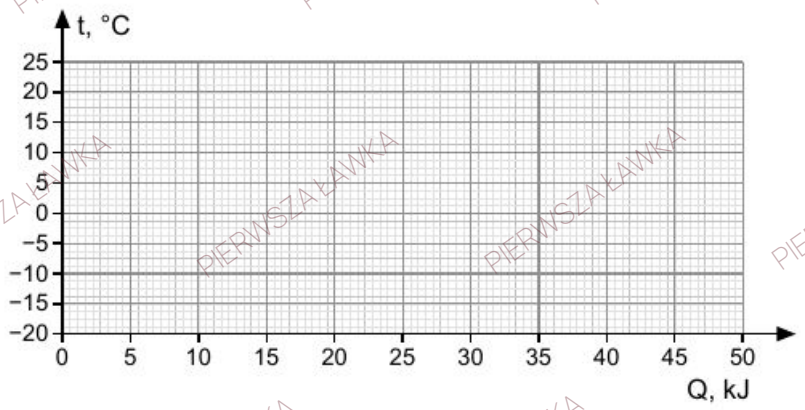
Płytka metalowa o polu powierzchni S_0 została ogrzana o ΔT; współczynnik rozszerzalności liniowej metalu wynosi α. Wykaż, że pole powierzchni płytki wzrosło w przybliżeniu o $2\alpha S_0 \Delta T$. Powołaj się na prawo rozszerzalności liniowej.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Do probówki włożono 100 g lodu o temperaturze −20 °C i ogrzewano aż do uzyskania wody o temperaturze 20 °C. Przyjmij: ciepło właściwe lodu c_l = 2100 J/(kg·K), ciepło topnienia lodu $L = 3{,}34 \cdot 10^5$ J/kg, ciepło właściwe wody c_w = 4190 J/(kg·K). Na siatce narysuj wykres zależności temperatury zawartości probówki od dostarczonego ciepła Q.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Stalową obręcz o średnicy wewnętrznej 0,998 m (w temperaturze otoczenia) trzeba nasadzić na koło o średnicy 1,000 m. Oblicz, o ile trzeba co najmniej ogrzać obręcz. Przyjmij, że współczynnik rozszerzalności liniowej stali wynosi $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ 1/K. Wskazówka: $\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$ (dotyczy każdego wymiaru, także średnicy). Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy

Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane

ZR KARTA 4/8

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

Praca z materiałem źródłowym · 13 pkt

Zadanie 1. (0–5 pkt)

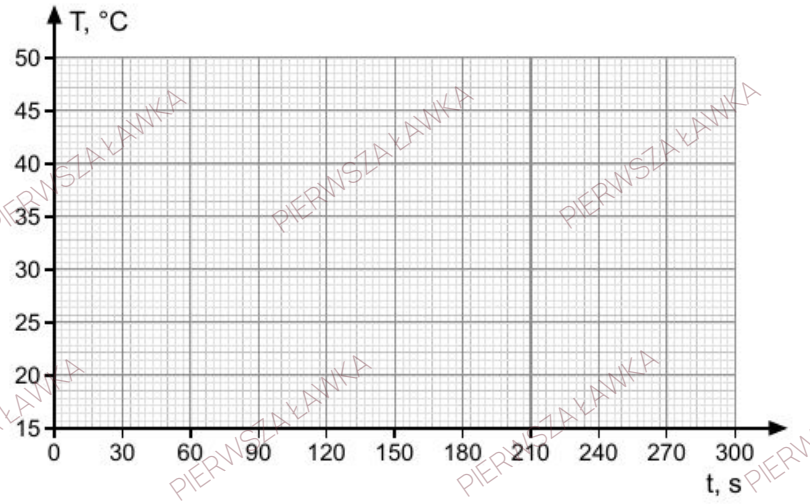
Uczniowie wyznaczali ciepło właściwe pewnej cieczy. Do naczynia styropianowego wlali 300 g cieczy i ogrzewali ją grzałką zasilaną napięciem 12,0 V; amperomierz wskazywał 4,00 A. Ciecz mieszali i co 60 s odczytywali temperaturę (niepewność 0,5 °C).
Przyjmij, że cała energia elektryczna pobrana przez grzałkę ogrzewa ciecz.

t, s	0	60	120	180	240	300
T, °C	20,0	25,1	29,4	34,6	38,9	44,1

Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Na siatce zaznacz punkty pomiarowe wraz z niepewnościami pomiarowymi i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Korzystając z nachylenia prostej, oblicz ciepło właściwe cieczy. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 1.3. (0–1 pkt) ..... / 1

W rzeczywistości część energii z grzałki ucieka do otoczenia. Wyjaśnij, czy wyznaczona wartość ciepła właściwego jest przez to większa, czy mniejsza od prawdziwej.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–6 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania.

Woda – niezwykła ciecz

Woda zachowuje się inaczej niż większość cieczy. Ochładzana poniżej ok. 4 °C zaczyna się rozszerzać: jej gęstość wynosi 1,00000 g/cm³ w 4 °C, ale 0,99987 g/cm³ w 0 °C. Lód w 0 °C ma gęstość ok. 0,9167 g/cm³, więc pływa po wodzie. Aby zamienić 1 kg wody o temperaturze 0 °C w lód, trzeba odebrać od niej ok. 334 kJ energii – tyle, ile wystarczyłoby do ogrzania tej wody o prawie 80 °C. Ciepło właściwe wody (ok. 4,18 kJ/(kg·K) w 25 °C) jest jednym z największych wśród cieczy.

Opracowano na podstawie: USGS Water Science School, Water Density (https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/water-density) – gęstość w 0 °C i 4 °C; Wikipedia, Properties of water (https://en.wikipedia.org/wiki/Properties_of_water) – gęstość lodu 0,9167 g/cm³, ciepło topnienia 333,55 kJ/kg, ciepło właściwe 4,182 kJ/(kg·K); dostęp 27.10.2026.

Zadanie 2.1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz, o ile procent wzrasta objętość wody o temperaturze 0 °C, gdy zamarza ona w lód o tej samej temperaturze. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz energię, którą oddaje woda jeziora w czasie tworzenia się warstwy lodu o grubości 1,0 cm na powierzchni 1,0 m². Przyjmij, że woda pod lodem ma temperaturę 0 °C. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 2 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 11 z 36 stron. Pełna wersja: 36 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 16 pkt
- Karta 3: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – zadania typu maturalnego – 7 zadań, 16 pkt
- Karta 4: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 13 pkt
- Karta 5: Kartkówka: ciepło i bilans cieplny – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: ciepło i bilans cieplny – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – grupa A – 9 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Ciepło, bilans cieplny i przemiany fazowe – grupa B – 9 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia,

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-2-dzial-14-cieplo-bilans-przemiany-fazowe-zakres-rozszerzony