Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 15

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne

Teoria kinetyczno-molekularna, temperatura a energia cząsteczek, równanie Clapeyrona, przemiany i ich wykresy, ciepła molowe, cykle, sprawność silnika, pompa cieplna, II zasada termodynamiki. 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 15 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady rozwiązane krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	4 zad. · 9 pkt
2	**Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 17 pkt
3	**Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki	Zadania typu maturalnego	ZR	7 zad. · 19 pkt
4	**Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy** Pomiary, wykres, niepewność, tekst i dane	Praca z materiałem źródłowym	ZR	3 zad. · 13 pkt
5	**Kartkówka: gaz doskonały i przemiany – grupa A**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
6	**Kartkówka: gaz doskonały i przemiany – grupa B**	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt · 15 min
7	**Sprawdzian: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – grupa A**	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt · 45 min
8	**Sprawdzian: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – grupa B**	Sprawdzian	ZR	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 – 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.8** stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów;
- **ZR VI.9** posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego;
- **ZR VI.10** opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego;
- **ZR VI.11** analizuje wykresy przemian gazu doskonałego;
- **ZR VI.12** stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
- **ZR VI.13** posługuje się pojęciem ciepła molowego gazu; interpretuje związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego;
- **ZR VI.14** analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach i pompach cieplnych;
- **ZR VI.15** analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych;
- **ZR VI.16** interpretuje drugą zasadę termodynamiki, podaje przykłady zjawisk odwracalnych i nieodwracalnych;

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.8, VI.9, VI.10, VI.11, VI.12, VI.13, VI.14, VI.15, VI.16. 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.

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – 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

- **Model gazu doskonałego** (teoria kinetyczno-molekularna): cząsteczki są punktami materialnymi w chaotycznym ruchu; oddziałują tylko podczas sprężystych zderzeń ze sobą i ze ściankami; między zderzeniami poruszają się jednostajnie prostoliniowo. Ciśnienie gazu to skutek zderzeń cząsteczek ze ściankami naczynia. Model dobrze opisuje gazy rozrzedzone, daleko od skraplania.
- **Temperatura a energia cząsteczek:** średnia energia ruchu cząsteczki $E_{śr} = \frac{i}{2}kT$ (i – liczba stopni swobody cząsteczki, gaz jednoatomowy i = 3); średnia energia ruchu **postępowego** każdej cząsteczki to $\frac{3}{2}kT$, $k = 1{,}381 \cdot 10^{-23}$ J/K. Temperatura w kelwinach: $T = t + 273$ (°C → K). Energia wewnętrzna gazu doskonałego jednoatomowego: $U = \frac{3}{2}nRT$ – zależy **tylko od temperatury**, więc $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ w każdej przemianie.
- **Równanie Clapeyrona:** $pV = nRT$ ($R = 8{,}314$ J/(mol·K), $n = \frac{m}{M}$, $n = \frac{N}{N_A}$), równoważnie $pV = NkT$. Dla stałej porcji gazu $\frac{pV}{T}$ = const. Ciśnienie w Pa, objętość w m³ (1 dm³ = 10^{-3} m³), temperatura w K.
- **I zasada termodynamiki:** $\Delta U = Q + W$ – Q – ciepło pobrane przez gaz, W – praca wykonana **nad** gazem. Gdy gaz się rozpręża, wykonuje pracę $W_g = -W > 0$. Praca gazu = **pole pod wykresem** $p(V)$; przy stałym ciśnieniu $W_g = p\Delta V$. Trzymaj się jednej konwencji znaków w całym rozwiązaniu.

Przemiana	Stałe	Praca gazu	ΔU	Ciepło	Wykres $p(V)$
izochoryczna	V; p/T = const	0	$nC_V\Delta T$	$Q = \Delta U$	odcinek pionowy
izobaryczna	p; V/T = const	$p\Delta V$	$nC_V\Delta T$	$Q = nC_p\Delta T$	odcinek poziomy
izotermiczna	T; pV = const	pole pod hiperbolą	0	$Q = W_g$	hiperbola
adiabatyczna	brak wymiany ciepła	kosztem U	$= W$	0	bardziej stroma niż izoterma

- **Ciepło molowe** – ciepło potrzebne do ogrzania 1 mola gazu o 1 K: $Q = nC\Delta T$. Dla gazu doskonałego $C_p = C_V + R$ – przy stałym ciśnieniu gaz dodatkowo wykonuje pracę $p\Delta V = nR\Delta T$. Gaz jednoatomowy: $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_p = \frac{5}{2}R$. Uwaga: $Q = nC_V\Delta T$ wolno stosować tylko do przemiany izochorycznej.
- **Cykl i silnik cieplny:** w cyklu gaz wraca do stanu początkowego, więc $\Delta U = 0$ i praca gazu w cyklu $W = |Q_{pob}| - |Q_{odd}|$ = pole wewnątrz cyklu na wykresie $p(V)$ (obieg zgodny z ruchem wskazówek zegara – silnik). Sprawność $\eta = \frac{W}{|Q_{pob}|} = \frac{|Q_{pob}| - |Q_{odd}|}{|Q_{pob}|}$. **Pompa cieplna** (i chłodziarka) działa w cyklu odwrotnym: kosztem pracy W pobiera ciepło Q_2 z chłodniejszego otoczenia i oddaje $Q_1 = Q_2 + W$ do cieplejszego.
- **II zasada termodynamiki:** ciepło przepływa samorzutnie tylko od ciała cieplejszego do chłodniejszego; nie da się zbudować silnika, który pracując cyklicznie zamienia całe pobrane ciepło na pracę – część ciepła zawsze trafia do chłodnicy ($\eta < 100\%$). Zjawiska **nieodwracalne**: wyrównywanie temperatur, tarcie, rozprężanie gazu do próżni, mieszanie gazów. Przemiana bardzo powolna, bez tarcia i przy znikomych różnicach temperatur jest (w przybliżeniu) **odwracalna**.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Balonik zawiera 5,0 dm³ helu pod ciśnieniem 1,05·10⁵ Pa w temperaturze 293 K. Oblicz liczbę moli i liczbę atomów helu. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

$V = 5{,}0\ \text{dm}^3 = 5{,}0 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$.

$n = \frac{pV}{RT} = (1{,}05 \cdot 10^5\ \text{Pa} \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3) : (8{,}314\ \text{J/(mol·K)} \cdot 293\ \text{K}) \approx \mathbf{0{,}22\ mol}$.

$N = nN_A \approx 0{,}2155 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} \approx \mathbf{1{,}3 \cdot 10^{23}}$ atomów (liczby pośrednie zapisuj z większą liczbą cyfr, zaokrąglaj dopiero wynik).

Przykład 2. **2,0 mola gazu jednoatomowego ogrzano przy stałym ciśnieniu o 50 K. Oblicz pracę wykonaną przez gaz, przyrost jego energii wewnętrznej i pobrane ciepło. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.**

Praca gazu: $W_g = p\Delta V = nR\Delta T = 2{,}0 \cdot 8{,}314 \cdot 50\ \text{J} \approx \mathbf{8{,}3 \cdot 10^2\ J}$.

$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \approx 1247\ \text{J} \approx \mathbf{1{,}2 \cdot 10^3\ J}$.

I zasada: $Q = \Delta U + W_g = \frac{5}{2} nR\Delta T \approx 2078\ \text{J} \approx \mathbf{2{,}1 \cdot 10^3\ J}$ (to samo z $Q = nC_p\Delta T$, $C_p = \frac{5}{2}R$). Tylko 3/5 ciepła zwiększyło energię wewnętrzną.

Przykład 3. **Silnik w każdym cyklu pobiera z grzejnicy 1500 J ciepła i oddaje do chłodnicy 1100 J. Wykonuje 20 cykli na sekundę. Oblicz sprawność i moc silnika.**

W cyklu $\Delta U = 0$, więc $W = |Q_{pob}| - |Q_{odd}| = 400\ \text{J}$.

$\eta = \frac{W}{|Q_{pob}|} = 400\ \text{J} : 1500\ \text{J} \approx 0{,}267 \approx \mathbf{27\%}$.

$P = Wf = 400\ \text{J} \cdot 20\ 1/\text{s} = \mathbf{8000\ W} = 8{,}0\ \text{kW}$.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz średnią energię kinetyczną ruchu postępowego cząsteczki gazu doskonałego w temperaturze 27 °C. Wynik podaj 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. W modelu gazu doskonałego pomija się oddziaływania cząsteczek poza zderzeniami.	**P**	**F**
2. Energia wewnętrzna gazu doskonałego zależy od jego objętości, nawet gdy temperatura się nie zmienia.	**P**	**F**
3. Ciśnienie gazu jest skutkiem zderzeń cząsteczek ze ściankami naczynia.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. W przemianie izochorycznej praca wykonana przez gaz jest równa _____ .
2. W przemianie izotermicznej gazu doskonałego nie zmienia się _____ gazu.
3. W przemianie adiabatycznej gaz nie wymienia z otoczeniem _____ .

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 17 pkt

Ćwiczenia · 17 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Stalowa butla o objętości 40 dm³ zawiera azot pod ciśnieniem $1{,}5 \cdot 10^7$ Pa w temperaturze 293 K. Oblicz masę azotu w butli. Przyjmij, że: • azot jest gazem doskonałym; • masa molowa azotu (N_2) wynosi 28 g/mol. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Rano ciśnienie powietrza w oponie (bez ciśnienia atmosferycznego – ciśnienie bezwzględne) wynosiło $2{,}2 \cdot 10^5$ Pa przy temperaturze 280 K. Po jeździe temperatura powietrza w oponie wzrosła do 318 K. Oblicz ciśnienie bezwzględne powietrza w oponie. Przyjmij, że objętość opony się nie zmieniła. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj każdej przemianie gazu doskonałego (1–4) właściwy opis (a–d).

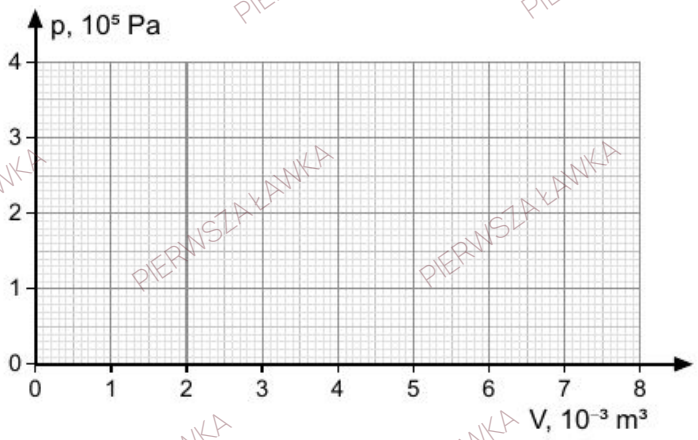
1. izochoryczna	a) $Q = 0$, a zmiana energii wewnętrznej jest równa pracy wykonanej nad gazem
2. izobaryczna	b) całe pobrane ciepło zwiększa energię wewnętrzną gazu
3. izotermiczna	c) $\Delta U = 0$, a ciepło pobrane jest równe pracy wykonanej przez gaz
4. adiabatyczna	d) ciepło pobrane jest równe $nC_p\Delta T$, a gaz wykonuje pracę $p\Delta V$

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Gaz doskonały znajduje się w stanie A: $V = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ m³, $p = 3{,}0 \cdot 10^{5}$ Pa. Gaz najpierw ochłodzono przy stałej objętości do ciśnienia $1{,}0 \cdot 10^{5}$ Pa (stan B), a potem ogrzano przy stałym ciśnieniu do objętości $6{,}0 \cdot 10^{-3}$ m³ (stan C). Na siatce narysuj wykres obu przemian i oznacz stany A, B, C. Oblicz pracę wykonaną przez gaz w przemianie B → C.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Ciepło molowe gazu doskonałego przy stałym ciśnieniu jest większe od ciepła molowego przy stałej objętości, ponieważ przy stałym ciśnieniu

A. część ciepła zamienia się w energię potencjalną cząsteczek.

B. energia wewnętrzna gazu rośnie bardziej przy tym samym przyroście temperatury.

C. cząsteczki gazu zderzają się rzadziej ze ściankami.

D. gaz, ogrzewając się, dodatkowo wykonuje pracę.

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Pompa cieplna ogrzewająca dom w ciągu godziny pobiera z gruntu ciepło $3{,}6 \cdot 10^{7}$ J, a jej sprężarka wykonuje w tym czasie pracę $1{,}2 \cdot 10^{7}$ J. Oblicz ciepło oddane do instalacji grzewczej domu w ciągu godziny oraz iloraz tego ciepła i pracy sprężarki. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – zadania typu maturalnego

Polecenia i punktacja jak na maturze 2027 z fizyki

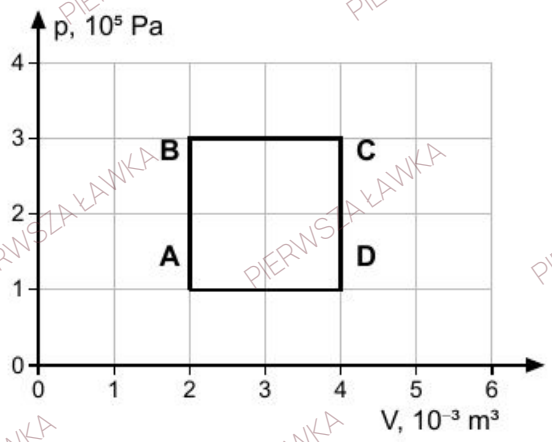
ZR KARTA 3/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 19 pkt

Zadania typu maturalnego · 19 pkt

Zadanie 1. (0–7 pkt)

Gaz doskonały jednoatomowy jest czynnikiem roboczym silnika. Gaz wykonuje cykl A → B → C → D → A przedstawiony na wykresie. Przyjmij, że: • ciepło molowe gazu przy stałej objętości $C_V = \frac{3}{2}R$; • liczba moli gazu się nie zmienia.



Zadanie 1.1. (0–2 pkt) ..... / 2

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

1. W przemianie A → B gaz pobiera ciepło.	P	F
2. W przemianie D → A energia wewnętrzna gazu rośnie.	P	F
3. Spośród stanów A, B, C, D gaz ma najwyższą temperaturę w stanie C.	P	F

Zadanie 1.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Uzupełnij zdanie. Wpisz właściwą liczbę w wykropkowanym miejscu, aby zdanie było prawdziwe.

Iloraz temperatur bezwzględnych gazu w stanach C i A jest równy $\frac{T_C}{T_A}$ = ...

Zadanie 1.3. (0–4 pkt) ..... / 4

Oblicz sprawność silnika. Wynik podaj w procentach z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Gaz doskonały jednoatomowy ogrzewano przy stałym ciśnieniu p; jego objętość wzrosła o ΔV. Wyznacz ciepło Q pobrane przez gaz – w zależności tylko od p i ΔV. Zapisz odpowiednie równania i przekształcenia oraz podaj postać wzoru na Q.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W naczyniu jest mieszanina helu (4 g/mol) i argonu (40 g/mol) w stanie równowagi termicznej. Średnie energie kinetyczne ruchu postępowego atomów helu i argonu

A. różnią się $\sqrt{10}$ razy – większa jest dla helu.

B. są równe.

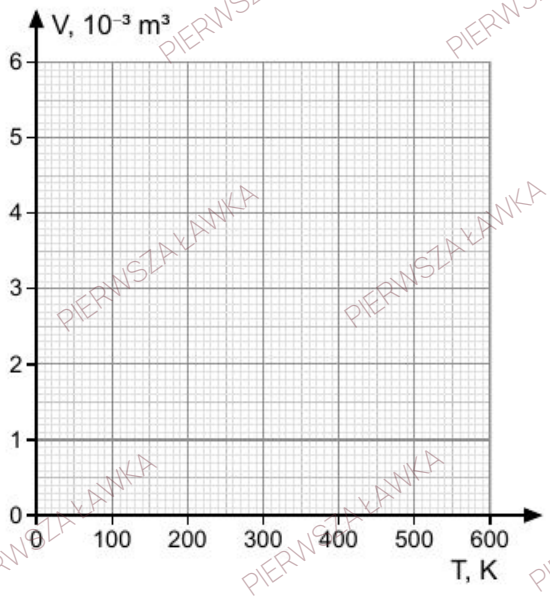
C. różnią się 10 razy – większa jest dla helu.

D. różnią się 10 razy – większa jest dla argonu.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Gaz doskonały w stanie A ma temperaturę 200 K i objętość $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ m³. Gaz ogrzano przy stałym ciśnieniu do 500 K (stan B). Na siatce narysuj wykres tej przemiany we współrzędnych $V(T)$ i oznacz stany A i B.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Podczas pompowania dętki rowerowej pompka się nagrzewa. Wykaż, że przy szybkim (adiabatycznym) sprężaniu gazu doskonałego jego temperatura rośnie. Powołaj się na I zasadę termodynamiki i związek energii wewnętrznej gazu z temperaturą.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 6. (0–3 pkt) ..... / 3

Zbiornik o objętości 0,50 m³ zawiera hel pod ciśnieniem $2{,}0 \cdot 10^5$ Pa w temperaturze 300 K. Oblicz liczbę atomów helu w zbiorniku oraz energię wewnętrzną helu. Przyjmij, że hel jest gazem doskonałym jednoatomowym. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – 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 zamknęli powietrze w szklanej kolbie połączonej krótkim wężykiem z ciśnieniomierzem elektronicznym. Kolbę zanurzali całkowicie w wodzie o różnych temperaturach (termometr w wodzie) i po ustaleniu się wskazań odczytywali ciśnienie. Niepewność pomiaru temperatury wynosi 1 °C, a ciśnienia 0,5 kPa. Przyjmij, że objętość powietrza w kolbie się nie zmienia.

t, °C	10	25	40	55	70
p, kPa	96,8	101,5	107,0	111,6	117,2

Zadanie 1.1. (0–1 pkt) ..... / 1

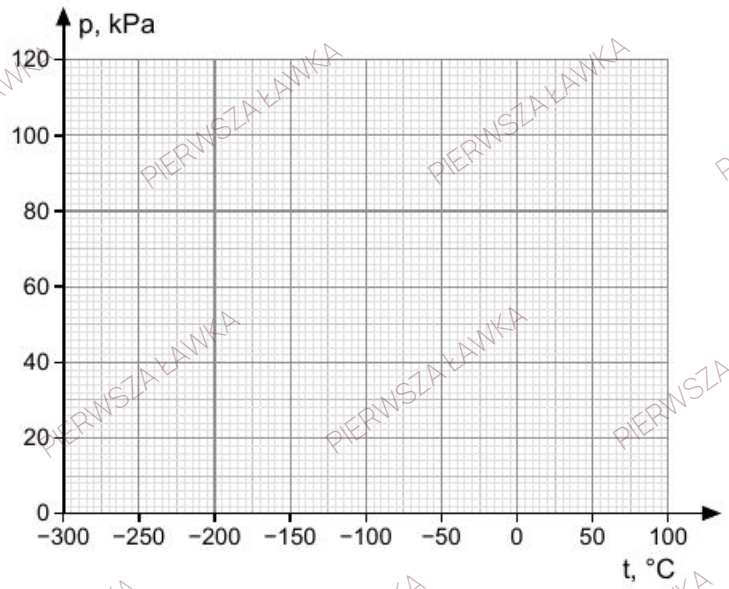
Wyjaśnij, dlaczego ciśnienie należało odczytywać dopiero po ustaleniu się wskazań ciśnieniomierza.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 1.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Na siatce zaznacz punkty pomiarowe i narysuj prostą najlepiej dopasowaną do punktów. Przedłuż prostą do przecięcia z osią temperatury.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 1.3. (0–2 pkt) ..... / 2

Odczytaj z wykresu temperaturę, przy której ciśnienie gazu byłoby równe zero. Wyjaśnij, jakie znaczenie ma ta temperatura w skali Kelvina.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2. (0–6 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj zadania. Przyjmij, że atmosfery Marsa i Ziemi przy powierzchni są gazami doskonałymi.

Atmosfera Marsa

Atmosfera Marsa jest bardzo rzadka. Według danych NASA ciśnienie przy powierzchni (na średnim promieniu planety) wynosi 6,36 hPa, czyli 636 Pa, i zmienia się w ciągu marsjańskiego roku od około 4,0 hPa do 8,7 hPa. Średnia temperatura przy powierzchni to około 214 K (−59 °C). Atmosfera składa się w 95,1% z dwutlenku węgla, a jej średnia masa molowa wynosi 43,49 g/mol. NASA podaje gęstość atmosfery przy powierzchni około 0,016 kg/m³.

Dla porównania: przy powierzchni Ziemi średnie ciśnienie wynosi 1014 hPa, a średnia temperatura 288 K (15 °C).

Opracowano na podstawie: NASA, Mars Fact Sheet (https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html) oraz Earth Fact Sheet (https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/earthfact.html), dostęp 27.10.2026.

Zadanie 2.1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oblicz gęstość atmosfery Marsa przy powierzchni na podstawie danych z tekstu. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących i porównaj z wartością podaną przez NASA. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oblicz, ile razy więcej cząsteczek zawiera 1 m³ powietrza przy powierzchni Ziemi niż 1 m³ atmosfery przy powierzchni Marsa. Wynik podaj z dokładnością do dwóch cyfr znaczących. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.
Średnia energia kinetyczna ruchu postępowego cząsteczek gazu przy powierzchni Marsa (temperatura średnia) w porównaniu z tą wielkością dla powietrza przy powierzchni Ziemi jest

A. ok. 0,55 tej wielkości dla Ziemi.
B. ok. 0,74 tej wielkości dla Ziemi.
C. taka sama jak dla Ziemi.
D. ok. 1,3 tej wielkości dla Ziemi.

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Masz szklaną strzykawkę (50 cm^3) z zatkanym wylotem i lekko poruszającym się tłokiem, naczynie z wodą, czajnik, lód i termometr. Zaplanuj doświadczenie, w którym sprawdzisz, czy przy stałym ciśnieniu objętość powietrza jest wprost proporcjonalna do temperatury bezwzględnej. Opisz kolejne kroki: co mierzysz, jak zapewniasz stałe ciśnienie i jak analizujesz wyniki.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, fizyka, klasa 2 LO i technikum (zakres...

Podgląd pokazał 12 z 40 stron. Pełna wersja: 40 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – najważniejsze wiadomości – 4 zadania, 9 pkt
- Karta 2: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – ćwiczenia podstawowe – 7 zadań, 17 pkt
- Karta 3: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – zadania typu maturalnego – 7 zadań, 19 pkt
- Karta 4: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy – 3 zadania, 13 pkt
- Karta 5: Kartkówka: gaz doskonały i przemiany – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: gaz doskonały i przemiany – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Gaz doskonały, przemiany gazowe i silniki cieplne – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ć

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/fizyka-liceum-klasa-2-dzial-15-gaz-doskonaly-przemiany-silniki-zakres-rozszerzony