

Meno a priezvisko:

Škola:

Školský rok:

Predmet:

Trieda:

Škola pre mimoriadne nadané deti a Gymnázium

Fyzika

Príklady a otázky

Ideálny plyn, Stavová rovnica, Izodeje, Práca plynu

Otázky:

1. Aké platia vzťahy pre relatívnu atómovú hmotnosť, pokojovú hmotnosť atómu, atómovú hmotnostnú konštantu, relatívnu molekulovú hmotnosť, pokojovú hmotnosť molekuly, látkové množstvo, molárnu hmotnosť, molárny objem, ...
2. Vysvetlite vlastnosti ideálneho plynu.
3. Ako vypočítame hmotnosť molekuly plynu?
4. Čo je to stredná kvadratická rýchlosť a ako ju vypočítame?
5. Čo je to stredná kinetická energia jednej molekuly? Ako ju vypočítame?
6. Vysvetlite a vyjadrite tlak ideálneho plynu.
7. Aký je vzťah medzi tlakom, objemom a teplotou ideálneho plynu?
8. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre dva stavy (pri stálej hmotnosti plynu).
9. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre jeden mol.
10. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre n molov.
11. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre N molov.
12. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre m kilogramov.
13. Napište a vysvetlite stavovú rovnicu ideálneho plynu pre zmes nereagujúcich plynov.
14. Čo sú izodeje?
15. Vysvetlite izotermický dej.
16. Vysvetlite Boyle-Mariottov zákon.
17. Vysvetlite izochorický dej.
18. Vysvetlite Charlesov zákon.
19. Vysvetlite izobarický dej.
20. Vysvetlite Gay-Lusacov zákon.
21. Vysvetlite adiabatický dej.
22. Vysvetlite Poissinov zákon.
23. Vysvetlite prácu plynu a cyklický dej.
24. Vysvetlite prácu plynu za stáleho tlaku.
25. Vysvetlite prácu plynu počas jedného cyklu.
26. Vysvetlite účinnosť kruhového deja a tepelného motora (spaľovacie motory, turbíny, ...).
27. Ako znie „druhý termodynamický zákon“? Vysvetlite ho.

Ideálny plyn

Príklady:

1. Vypočítajte strednú kvadratickú rýchlosť molekuly kyslíka O_2 pri teplote $0^\circ C$!
2. Určite pomer stredných kvadratických rýchlostí molekúl vodíka H_2 a kyslíka O_2 pri rovnakej teplote.
3. Aký je tlak vzduchu pri teplote $T = 273,15\text{ K}$, ak hmotnosť molekuly vzduchu je $m_0 = 47,45 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ a hustota vzduchu pri tejto teplote je $\rho = 1,27584\text{ kg.m}^{-3}$.
4. Ideálny plyn s hmotnosťou $m = 3,8 \cdot 10^{-2}\text{ kg}$ je uzavretý v nádobe s objemom 10 litrov a má tlak $p = 0,49\text{ MPa}$. Určite strednú kvadratickú rýchlosť molekúl plynu.
5. Vypočítajte pri akej teplote je stredná kvadratická rýchlosť hélia 1300 m.s^{-1} $v_k = 1300\text{ m.s}^{-1}$, $A_r(\text{He}) = 4,003$, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}\text{ J.K}^{-1}$
6. Ako sa zmení stredná kinetická energia, ktorú má molekula ideálneho plynu v dôsledku neusporiadaného pohybu, ak sa termodynamická teplota zvýši 3 krát
7. Určite zmenu vnútornej energie ideálneho plynu s jednoatomovými molekulami, ak sa jeho teplota zvýši z 200 K na 400 K . V plyne je 10^{28} molekúl.
8. Ako sa zmení tlak ideálneho plynu, ak hustota molekúl tohto plynu N_V sa zväčší 4 krát a stredná kvadratická rýchlosť v_k sa nezmení.
9. Aký tlak má kyslík O_2 s hustotou $1,41\text{ kg.m}^{-3}$ pri teplote $0^\circ C$, ak jeho stredná kvadratická rýchlosť je $v_k = 461\text{ m.s}^{-1}$?
10. Ideálny plyn s hmotnosťou 6 kg je uzavretý v nádobe s objemom 5 m^3 pri tlaku $2 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Určite strednú kvadratickú rýchlosť molekúl plynu.
11. Atóm argónu pohybujúci sa rýchlosťou 500 m.s^{-1} sa pružne odráža od steny nádoby. Vektor rýchlosti argónu zvierá s kolmicou na stenu nádoby uhol a.) 0° , b.) 60° . Určite v oboch prípadoch veľkosť zmeny jeho hybnosti po dokonale pružnom odraze od steny nádoby.
12. Stredná kvadratická rýchlosť molekúl chlóru Cl_2 pri $0^\circ C$ je 310 m.s^{-1} . Vypočítajte hustotu chlóru pri tlaku 10^5 Pa .
13. Akú strednú kinetickú energiu má molekula ideálneho plynu pri teplote $-100^\circ C$?

Stavová rovnica

Príklady:

1. Odvodte číselnú hodnotu a rozmer molovej plynovej konštanty R_m .
2. Zistite koľko molekúl obsahuje 1 cm^3 ľubovoľného plynu za normálnych podmienok.
3. V nádobe s vnútorným objemom $8,3\text{ m}^3$ je vodík H_2 s hmotnosťou 200 g a teplotou $27^\circ C$. Určite jeho tlak!
4. V nádobe s vnútorným objemom $5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$ je uzavretý dusík N_2 pri teplote $39^\circ C$ a tlaku $1,6 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Určite jeho hmotnosť.
5. Aký tlak má vzduch v pneumatike nákladného auta pri teplote $20^\circ C$ a hustote 8 kg.m^{-3} . $M_m(\text{vzduch}) = 29 \cdot 10^{-3}\text{ kg.mol}^{-1}$
6. Koľko molekúl je v guľatej nádobe s vnútorným polomerom 3 cm, naplnenej kyslíkom O_2 , ktorý má teplotu $27^\circ C$ a tlak $1,36 \cdot 10^2\text{ Pa}$.
7. V nádobe je dusík N_2 s hmotnosťou 10 kg pri tlaku 10 MPa. Určite hmotnosť dusíka, ktorý treba vypustiť z nádoby, aby sa jeho tlak zmenšil na $2,5\text{ MPa}$. (Teplota dusíka sa nemení)
8. Hustota dusíka za normálnych podmienok ($T_1 = 273,15\text{ K}$ a $p_1 = 101325\text{ Pa}$) je $\rho_1 = 1,23\text{ kg.m}^{-3}$. Určite hustotu dusíka pri teplote $30^\circ C$ a normálneho tlaku.
9. Vypočítajte efektívnu molovú hmotnosť vzduchu M_m . Vzduch považujeme za zmes 75% dusíka a 25% kyslíka.
10. Ideálny plyn uzavretý v nádobe s vnútorným objemom 2,5 litra má teplotu $-13,15^\circ C$. Aký je jeho tlak, ak v plyne je 10^{24} molekúl?
11. Určite objem oxidu uhličitého CO_2 s hmotnosťou 1 gram pri teplote $21^\circ C$ a tlaku $1,0\text{ kPa}$.
12. Koľko molekúl je obsiahnutých v nádobe s plynom, ktorá má vnútorný objem 1 liter, ak plyn má teplotu $10^\circ C$ a tlak $0,2\text{ MPa}$?
13. Ideálny plyn uzavretý v nádobe má objem $1,3\text{ m}^3$ a teplotu $-13,15^\circ C$. Aký je tlak tohto plynu, ak jeho látkové množstvo je 4 kilomoly?
14. Určite objem kyslíka O_2 s hmotnosťou 8 gramov pri teplote $21^\circ C$ a tlaku $1,4 \cdot 10^5\text{ Pa}$.
15. V nádobe s objemom $5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$ je uzavretý dusík N_2 pri teplote $39^\circ C$ a tlaku $1,6 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Určite hmotnosť dusíka.
16. Určite molovú hmotnosť plynu, ktorý má pri teplote $0^\circ C$ a tlaku 100 kPa hustotu $1,95\text{ kg.m}^{-3}$. O ktorý plyn sa jedná?
17. Hustota vzduchu pri normálnych podmienkach je $1,27\text{ kg.m}^{-3}$. Určite hustotu vzduchu pri teplote $30^\circ C$ a normálnom tlaku.
18. Ako sa zmení objem ideálneho plynu, keď sa jeho termodynamická teplota zväčší dvakrát a tlak sa zvýši o 25%.
19. Ukážte, že ľubovoľný ideálny plyn má pri normálnych podmienkach ($p_0 = 101325\text{ Pa}$, $T_0 = 273,15\text{ K}$) rovnaký molový objem $V_0 = 22,4\text{ liter.mol}^{-1}$.

Izodeje Príklady:

1. Aký veľký objem bude mať 30 litrov vzduchu, ak pri tej istej teplote zvýšime jeho tlak zo 72 kPa na 75 kPa?
2. Hustota hélia pri tlaku 10^5 Pa je $\rho_1 = 0,164 \text{ kg.m}^{-3}$. Aká bude hustota, ak ho stlačíme tlakom $5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$. (Hmotnosť a teplota plynu sa stlačením nemenia).
3. Hustota vzduchu za normálnych podmienok je $\rho_1 = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$. Aká bude hustota vzduchu, ak ho za normálnych podmienok ohrejeme na 30°C . (Množstvo vzduchu sa nemení).
4. Plyn uzavretý v nádobe s pohyblivým piestom sa pri stálom tlaku zohrial z 22°C na teplotu 49°C . O koľko % sa zväčšil jeho objem?
5. Žiarovka sa pri výrobe plní dusíkom pod tlakom $50,6 \text{ kPa}$ a teplote 18°C . Akú teplotu má dusík v rozsvietennej žiarovke, ak sa jeho tlak zväčší na 118 kPa .
6. Pri závodoch Formuly-1 sa teplota vzduchu v pneumatikách zvýšila zo 19°C na 79°C . Ako sa zmení tlak v pneumatike, keď bola pôvodne nahustená na 240 kPa . Prečo je pred ostrým štartom zaradené „zahrievacie kolo“? (Vnútny objem pneumatiky sa nemení)
7. V kruhovom valci je vzduch uzavretý pohyblivým piestom umiestneným vo vzdialenosti 50 cm od dna valca. Vzduch má tlak 10^5 Pa . Ak piest pri adiabatckej kompresii posunieme o 20 cm ku dnu, tlak vzduchu sa zväčší na $2,05 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Určite Poissonovu konštantu vzduchu!
8. Ukážte, že pre adiabatcký dej platí $T_1 \cdot V_1^{\kappa-1} = T_2 \cdot V_2^{\kappa-1}$
9. Pri adiabatckej kompresii vzduchu sa jeho objem zmenšil na $1/10$ pôvodného objemu. Vypočítajte tlak a teplotu vzduchu po skončení adiabatckej kompresie. Začiatkový tlak vzduchu bol 10^5 Pa , začiatková teplota 20°C . $\kappa(\text{vzduch}) = 1,4$
10. Tlak plynu v uzavretej nádobe pri teplote 11°C je 189 kPa . Aká bude teplota tohto plynu, ak sa jeho tlak zvýši na 1 MPa ?
11. Tlak plynu pri teplote 20°C je 107 kPa . Aký bude jeho tlak, ak sa jeho teplota zvýši na 150°C ?
12. Teplota kyslíka s danou hmotnosťou sa zvyšuje izobaricky zo začiatkovej teploty -20°C . Pri akej teplote má kyslík $1,5$ krát väčší objem ako pri začiatkovej teplote.
13. Aký dej je zapísaný v tabuľke:

	1	2	3	4
V	165	167	169	171
p	102,79	101,55	100,36	99,18

14. Objem plynu 25 litrov má tlak 1 kPa . Aký bude jeho tlak, ak zmenšíme jeho objem na 20% z pôvodného objemu?
15. Nádoba tvaru valca dlhá 30 cm je uzavretá pohyblivým piestom. V nádobe je uzavretý plyn pri tlaku $0,5 \text{ MPa}$. Určite jeho tlak, ak sa zväčší vnútorný objem nádoby posunutím piesta o 10 cm .
16. Stredná voľná dráha molekuly $\lambda_1 = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ je pri tlaku $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$. Aká bude stredná voľná dráha molekuly pri tlaku a.) $1,0 \text{ Pa}$, b.) 10^7 Pa ?
17. Vodík H_2 má teplotu -3°C . Adiabatckou expanziou sa jeho objem zväčší na trojnásobok pôvodného objemu. Aká je výsledná teplota vodíka pri tomto adiabatckom deji?
18. Argón má pri normálnom tlaku $p_1 = 101325 \text{ Pa}$ objem $V_1 = 10 \text{ litrov}$. Po adiabatckej kompresii sa jeho objem zmení na $V_2 = 4 \text{ litre}$ a tlak na $p_2 = 0,468 \text{ MPa}$. Určite Poissonovu konštantu pre argón.
19. Určite mernú tepelnú kapacitu argónu pri stálom objeme c_v , ak merná tepelná kapacita argónu pri stálom tlaku je $c_p = 525 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Práca plynu Príklady:

1. Vypočítajte prácu pary počas jedného zdvihu piesta, keď tlak pary na piest je $176 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ a plocha piesta je 700 cm^2 . Zdvih piesta je 55 cm .
2. Kyslík O_2 ($M_m = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$) má hmotnosť 4 kg a teplotu 0°C . Ako sa zvýši jeho teplota pri izobarickom deji, ak plyn pri tom vykoná prácu $10,4 \text{ kJ}$.
3. Aká je hmotnosť paliva, ktoré spotrebujú motory lietadla pri lete na vzdialenosť 500 km , ak je jeho priemerná rýchlosť 250 km.h^{-1} . Stredný výkon motora je 2 MW , účinnosť motora je 25% a výhrevnosť paliva 45 MJ.kg^{-1}
4. Spaľovací motor prijme od ohrievača s teplotou 900°C teplo $1 \cdot 10^4 \text{ J}$. Chladiču s teplotou 150°C odovzdá z neho 75% . Aká je účinnosť motora? Aká je najväčšia účinnosť motora pracujúceho medzi týmito teplotami.
5. Akú prácu vykoná vzduch, ak pri stálom tlaku $0,15 \text{ MPa}$ sa jeho objem zväčší z $3,2 \text{ litra}$ na $5,2 \text{ litra}$.
6. Akú prácu vykoná vzduch o hmotnosti $1,3 \text{ gramu}$ ($M_m = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$), ak sa pri izobarickom deji zvýši jeho teplota z 20°C na 100°C .
7. Určite látkové množstvo ideálneho plynu, ktorý pri stálom tlaku, pri zvýšení jeho teploty o 2°C , vykoná prácu 8314 J .
8. Plyn v tepelnom motore prijal od ohrievača $0,5 \text{ MJ}$ tepla a chladiču odovzdal 350 kJ tepla.
 - a.) Aká je účinnosť tohto motora
 - b.) Akú celkovú prácu motor vykonal pri $10\,000$ cykloch.
9. Pri expanzii plynu so stálou hmotnosťou pri stálom tlaku 9 MPa zväčšil plyn svoj objem $0,2 \text{ m}^3$ na $0,7 \text{ m}^3$ a prijal pri tom teplo 6 MJ . Určite zmenu vnútornej energie plynu.
10. Vzduch s danou (neznámou) hmotnosťou, s molovou hmotnosťou $M_m = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$, ktorý je vo valci s pohyblivým piestom, prijme pri izobarickom deji teplo 5 kJ . Akú prácu pri tom vzduch vykoná? Ako sa zmení vnútorná energia vzduchu: ($c_p = 103 \text{ J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
11. Teplota chladiča plynového motora je 20°C . Motor pracuje s účinnosťou 40% , ktorá je $1,8$ – krát menšia, ako je horná medza účinnosti. Určite teplotu ohrievača.
12. Para je napustená do valca parného stroja pri stálom tlaku 3 MPa . Zdvih piesta je $0,3 \text{ m}$ a príslušná zmena objemu je $9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Akú prácu vykoná para pri jednom zdvihu? Akou tlakovou silou pôsobí para na piest?
13. Ideálny plyn stálej hmotnosti vykonal kruhový dej ABCDA (obrázok). Akú celkovú prácu vykoná plyn pri jednom kruhovom deji? Z akých jednotlivých dejov sa skladá tento kruhový dej? Riešte pre hodnoty:

$$p_2 = 720 \text{ kPa}, p_1 = 450 \text{ kPa}, V_2 = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, V_1 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, W' = ?$$

