Mechanika hmotného bodu

Kinematika

1. Určete trajektorii, velikost rychlosti *v* a velikost zrychlení hmotného bodu, jehož kartézské souřadnice jsou jako funkce času *t* vyjádřeny rovnicemi:

   $x = A\cos\omega t$, $y = A\sin\omega t$, $z = Bt$, obecně a pro hodnoty: $A = 2$ m, $B = 3$ m.s^{-1}, $\omega_1 = \omega_2 = 3$s^{-1}.

   (6,7 m.s^{-1} ; 18 m.s^{-2})

2. Určete rychlost a zrychlení pohybu, jehož trajektorie závisí na čase podle vztahu (*b*,*c* jsou kladné konstanty v základních jednotkách SI):

   a) $s = s_0 + ct + \frac{1}{2}gt^2$

   b) $s = ce^{-bt}$ $\left(a)\ v = c + gt,\ a = g\ ;b)\ v = -bce^{-bt},\ a = b^2ce^{-bt} \right)$

3. Raketa se pohybuje po určitou krátkou dobu přímočaře, její trajektorie *s* závisí na čase t podle vztahu : $s = \frac{2}{9}\sin\frac{\pi t}{2} + s_0$. Určete zrychlení *a* tohoto pohybu v čase $t = 1$ s $\left(a = -\frac{\pi^2}{18} = \text{-0,55 m.s}^{-2} \right)$

4. Těleso padá volným pádem. V bodě A své trajektorie má rychlost 4 m·s^{-1}, v bodě B má rychlost 16 m·s^{-1}. Určete:
   a) vzdálenost bodů A, B
   b) dobu, za kterou těleso vzdálenost mezi body A, B urazí. (12,1 m; 1,22 s)

5. Rychlovarná konvice přestala vařit, byla tedy majitelkou vyhozena oknem z výšky 7 metrů. Jakou rychlostí dopadla konvice na zem? Odpor vzduchu zanedbejte. (11,7 m.s^{-1})

6. Plavec plave celkově pod úhlem 30° vůči břehu rychlostí 4 m.s^{-1}. Jaká je rychlost proudu v řece, vyplaval-li plavec původně kolmo na břeh? Jaká je velikost rychlosti plavce, kterou vyplaval kolmo na břeh? Za jak dlouho přeplave řeku, je-li široká 30 m? (3,5 m.s^{-1}, 2 m.s^{-1}; 15 s)

7. Akrobatický lyžař má před odrazem nájezdovou rychlost 57,6 km·h^{-1}. Předpokládejte, že se na můstku odrazí svisle vzhůru.
   a) Určete jeho rychlost za 2 s a výšku, ve které se bude v té době nacházet.
   b) Určete maximální výšku skoku. (12 m; 1,6 s)

8. Určete dobu, místo a rychlosti dvou těles při vzájemném setkání, jestliže jedno těleso bylo vrženo svisle vzhůru rychlostí 20 m.s^{-1}. A druhé stejnou rychlostí dolů z nejvyšší možné výšky prvního tělesa.
   (0,5 s; 8,75 m; 15 m.s^{-1};25 m.s^{-1})

9. Z rozhledny o výšce 30 m byl vržen kámen ve vodorovném směru rychlostí 10 $m.s^{-1}$. Určete velikost rychlosti při dopadu na zem a vodorovnou vzdálenost místa dopadu od paty rozhledny. Odpor prostředí zanedbejte. (26,4 $m.s^{-1}$; 24,5 m)

10. Kulička byla vržena pod úhlem 50° rychlostí 15 $m.s^{-1}$. Určete délku vrhu a zapište vztahy pro složky rychlosti ve směru osy x a y (22,2 m)

11. Střela byla vystřelena pod úhlem 30° a dopadla za 1,6 s na místo, které je 800 m nad vodorovnou rovinou. Vypočtěte vzdálenost místa dopadu střely a její počáteční rychlost . (1016 $m.s^{-1}$, 1408 m)

12. Kotoučová pila se otáčí 20-krát za sekundu a její průměr je 100 cm. Určete periodu, úhlovou rychlost a řeznou rychlost pily. (0,05 s, 125,6 $rad \cdot s^{-1}$, 62,8 $m \cdot s^{-1}$)

13. Těleso se pohybuje po kružnici poloměru 10 m tak, že jeho dráha je popsána rovnicí $s = 2t^3 + 4t$. Určete jeho celkové zrychlení ve třetí sekundě pohybu.
(normálové 336,4 $m.s^{-2}$, tečné 36 $m.s^{-2}$, celkové 338,4 $m.s^{-2}$)

14. Těleso se pohybuje po kružnici o poloměru 5 m tak, že se jeho úhlová dráha mění podle vztahu $\varphi = 5t^2 + 3t$. Určete jeho úhlovou rychlost, úhlové zrychlení, obvodovou rychlost, normálové, tečné a celkové zrychlení v čase t = 2 s
(23 $rad.s^{-1}$; 10 $rad.s^{-2}$; 115 $m.s^{-1}$; 2645 $m.s^{-2}$; 50 $m.s^{-2}$; 2645,5 $m.s^{-2}$)

Dynamika

15. Jak velkou silou působí člověk s hmotností 75 kg na podlahu kabiny výtahu, když
    a) výtah je v klidu
    b) výtah se pohybuje svisle vzhůru se zrychlením a = 2 $m.s^{-2}$
    c) výtah se pohybuje svisle dolů se zrychlením a = 2 $m.s^{-2}$ (750 N, 900 N, 600 N)

16. Při akrobatickém letu opisuje letadlo rychlostí 360 $km.h^{-1}$ kružnici o poloměru 400 m ve svislé poloze. Jak velkou tlakovou silou působí letec s hmotností 80 kg na sedadlo v nejvyšším a nejnižším bodě trajektorie? (1200 N, 2800 N)

17. O jaký úhel se musí odklonit cyklista od svislého směru, aby nespadl, jestliže projíždí zatáčkou o poloměru křivosti 10 m rychlostí 18 $km.h^{-1}$? (14°)

18. Těleso sjíždí z horního konce nakloněné roviny s úhlem 30°. Nakloněná rovina má délku 1 m. Součinitel smykového tření mezi tělesem a nakloněnou rovinou je 0,3. Jakou bude mít rychlost na konci nakloněné roviny? Jaká bude jeho průměrná rychlost? Za jak dlouho sjede? Spočtěte nejprve bez tření a potom se třením. (bez tř. 3,2 $m.s^{-1}$, 1,6 $m.s^{-1}$, 0,63 s se třením 2,2 $m.s^{-1}$, 1,1 $m.s^{-1}$, 0,9 s)

19. Baseballový míček o hmotnosti 300 g byl nadhozen rychlostí 50 m.s^{-1}. Po úderu pálkaře se pohyboval rychlostí 100 m.s^{-1} v opačném směru. Určete průměrnou sílu $\overline{F}$, kterou působí pálka na míček, jestliže doba trvání úderu je 0,02 s. ($\overline{F} = 2250$ N)

20. Chlapec táhne po vodorovné cestě (f = 0,1) sáňky s nákladem s celkovou hmotností 60 kg silou 75 N po dráze 30 m. Určete:
    a) zrychlení sáněk s nákladem
    b) rychlost sáněk na konci dráhy
    c) práci, kterou chlapec vykonal (0,25 m.s^{-2}; 3.9 m.s^{-1}; 2250 J)

21. Určete práci, kterou je třeba vynaložit na stlačení nárazníkové pružiny vagonu o délku $x_0 = 50$ mm, jestliže pro sílu při stlačení o délku *x* platí vztah: $F = kx$ (*k* je tuhost pružiny). O této pružině je známo, že těleso o hmotnosti $m = 3$ kg upevněné na konci pružiny kmitá s frekvencí $f = 159{,}15$ Hz. (3,75 kJ)

22. Malý vozík o hmotnosti *m* sjíždí bez smýkání po dráze zakončené válcovou plochou o poloměru *r*. Z jaké minimální výšky musí vozík sjíždět, aby projel celou kruhovou smyčku této válcové plochy? Moment setrvačnosti, valivý odpor koleček a odpor vzduchu zanedbejte. (5/2 *r*)

23. Jakou nejmenší rychlost musí mít motocyklista, má-li jezdit na vnitřním povrchu duté koule o poloměru 6 m všemi směry? Těžiště motocyklu a jezdce je 0,9 m od povrchu. (25,6 km.h^{-1})

24. Cyklista jede do kopce se stoupáním 5 % stálou rychlostí 27 km·h^{-1}. Odporová síla vzduchu má velikost $F_{odp} = kv^2$, kde číselná hodnota $\{k\} = 0{,}3$, přičemž rychlost uvádíme v jednotkách m·s^{-1} a sílu v newtonech. Hmotnost cyklisty i s kolem je 70 kg. Valivý odpor neuvažujte. Jak velkou silou musí strkat do kola silnice, aby jelo rovnoměrným pohybem? Jakou práci musí cyklista vykonat na trase 1 200 m? Jaký je výkon cyklisty při jízdě? Předpokládejte, že nedochází ke ztrátám mechanické energie.

    (51,2 N, 61,4 kJ, 384 W)

Gravitační pole

25. Jak se změní intenzita gravitačního pole Země ve vzdálenosti 1000 km od jejího povrchu? Poloměr Země na rovníku je 6378 km. (0,75 K_z)

26. Na spojnici středů Země a Měsíce najděte místo, ve kterém je výsledné gravitační zrychlení rovno nule. Pro hmotnost Měsíce platí $M_M = M_Z/81$. Vzdálenost středů Země a Měsíce je $60R_Z$. (54 R_Z)

27. Hubbleův vesmírný dalekohled se pohybuje po oběžné dráze ve výšce 576 km nad povrchem Země.
    a) Jakou rychlostí se pohybuje?
    b) Jaká je jeho oběžná doba?

    (7586 m.s^{-1}; 96 min)

28. Jaká je hustota planety Neptun, má-li poloměr 24 600 km? Na jejím povrchu má gravitační zrychlení hodnotu 11,15 $m.s^{-2}$. (1623 $kg.m^{-3}$)

29. Určete gravitační zrychlení ve výšce 500 km nad povrchem Marsu, má-li hustotu 3 900 $kg.m^{-3}$ a poloměr 3 390 km. (2,8 $m.s^{-2}$)

30. Vypočítejte práci, kterou musí vykonat motory rakety o hmotnosti m = 1000 kg, aby ji přenesly z povrchu Země do polohy ve výšce h = 6378 km (což odpovídá přesně jednomu poloměru Země). (31,3 GJ)

Soustava hmotných bodů, tuhé těleso

31. Určete polohu těžiště soustavy složené ze čtyř homogenních koulí o hmotnostech 1 kg, 2 kg, 3 kg a 4 kg v těchto případech:

a) koule leží na přímce ve stejných vzdálenostech,
b) koule leží ve vrcholech čtverce,
c) koule jsou umístěny ve čtyřech sousedních vrcholech krychle.

Ve všech případech jsou vzdálenosti mezi středy sousedních koulí rovny ***a***. V případech b) a c) je nejtěžší koule v počátku souřadného systému. (a) T=[2a,0,0] ; b) T=[a2,3a/10,0]; c) podle volby)

32. Odvoďte vztah pro moment setrvačnosti tenké, homogenní tyče délky l a hmotnosti m vzhledem k ose, která je k tyči kolmá a prochází jejím středem. (1/12 ml^2)

33. Válec se valí bez klouzání dolů po nakloněné rovině se sklonem $\alpha = 30^o$. Určete rychlost na konci nakloněné roviny. Délka nakloněné roviny je s = 10 m. Původně byl v klidu. Moment setrvačnosti $J_T = \frac{1}{2}mr^2$. (8,16 $m.s^{-1}$)

34. Tenký homogenní sloup o výšce 3,5 m byl podřezán u země a spadl. Určete, jak velkou rychlostí dopadl na zem koncový bod sloupu. (10 $m.s^{-1}$)

35. Homogenní válec o hmotnosti m a poloměru r se valí po vodorovné rovině (rychlost těžiště má velikost v) a najíždí na nakloněnou rovinu. Určete, do jaké výšky h válec vyjede (ztráty energie způsobené třením a odpory zanedbejte). ($h = 3v^2/4g$)

36. Setrvačník o momentu setrvačnosti 10 $kg.m^2$ se otáčí kolem pevné osy úhlovou rychlostí 120 s^{-1}. Určete a) čas, po který musí působit brzdící moment silové dvojice o velikosti 4 N.m, aby se setrvačník úplně zastavil, b) počáteční moment hybnosti a kinetickou energii setrvačníku. (300 s; 1200 $kg.m^2.s^{-1}$; 72 kJ)

37. Na otáčivém kotouči jsou na téže straně od osy otáčení zavěšené závaží hmotnosti m_1 = 0,5 kg ve vzdálenosti r_1 = 0,2 m od osy otáčení a m_2 = 0,2 kg ve vzdálenosti r_2 = 0,4 m od osy otáčení.

V jaké vzdálenosti od osy musíme na druhé straně zavěsit závaží hmotnosti m_3 = 0,6 kg, aby nastala rovnováha? (0,3 m)

38. Jak velkou práci musíme vykonat, abychom ocelový válec o hmotnosti 800 kg a poloměru podstavy 0,5 m roztočili na 48 otáček za minutu? Jaký bude jeho moment hybnosti? Moment setrvačnosti plného válce $J = 1/2\ mr^2$. (1262 J; 502,4 $kg.m^2.s^{-1}$)

39. Určete délku tyče l, jejíž hmotnost je 1,2 kg, moment setrvačnosti 0,592 $kg.m^2$, pokud se tyč otáčí ve vzdálenosti 0,4 m od pevné osy. (2 m)

40. Jakou rychlost získá koule, která se kutálí po nakloněné rovině z výšky 1 m? $J = 2/5\ mr^2$. (3,78 $m.s^{-1}$)

41. Homogenní válec o hmotnosti 4 kg a poloměru 0,2 m rotuje kolem své podélné osy úhlovou rychlostí 10 s^{-1}. Vypočítejte jeho moment hybnosti. (0,8 $kg.m^2.s^{-1}$)

42. Z nakloněné roviny s výškou čela *h* se valí bez tření:

a) obruč o hmotnosti m_1, poloměru R_1

b) plný kotouč hmotnosti m_2, poloměru R_2

c) koule hmotnosti m_3, poloměru R_3.

Porovnejte rychlosti na konci nakloněné roviny s rychlostmi, kterých by dosáhla tato tělesa volným pádem z výšky *h*.

$$\left[\text{volný pád} \quad v_0 = \sqrt{2gh} \;\; ; \;\; a)\, v_1 = \sqrt{gh} \right.$$
$$\left. b)\, v_2 = \sqrt{\frac{4}{3}gh} \;\; ; \;\; c)\, v_3 = \sqrt{\frac{10}{7}gh} \right]$$

43. Jak se změní doba kmitu matematického kyvadla, když jeho délku zkrátíme o 20 % a hmotnost snížíme na polovinu? (89,4 % původní doby kmitu)

44. Kyvadlové hodiny se zpožďují o 10 min za 10 h. Jak musíme změnit délku kyvadla, aby chod hodin byl správný? (zkrátit na hodnotu $l.(59/60)^2$)

Mechanika pevného kontinua

45. Ocelový drát má délku 8 m, obsah příčného řezu 4 mm^2, modul pružnosti v tahu je 0,2 TPa. Vypočtěte velikost síly, která způsobí prodloužení drátu o 8 mm. (800 N)

46. Zatížením drátu délky 2 m a plochy průřezu $1.10^{-5} m^2$ závažím hmotnosti $102\ kg$ dojde k prodloužení drátu o $2{,}2.10^{-3}\ m$. Vypočítejte normálové napětí , relativní prodloužení a Youngův modul materiálu. (10^8 Pa; 0,1 %; 9.10^{10} Pa)

47. Mez pevnosti v tahu betonu je 18 MPa. Jaký nejvyšší stožár konstantníhi průměru je možné postavit z betonu? Hustota betonu je 2 400 kg.m^{-3}. (750 m)

Mechanika tekutin

48. Dutá plechovka s kruhovým otvorem poloměru 0,1 mm na dně je zatlačována do vodní nádrže. V jaké hloubce začne téci voda otvorem do nádoby, je-li povrchové napětí vody $7{,}3.10^{-2}\,\mathrm{N.m^{-1}}$? Hustota vody je 1000 kg.m^{-3}. (15 cm)

49. Na obdélníkovém drátěném rámečku s pohyblivou příčkou o délce 6 cm je napnuta mýdlová blána. Povrchové napětí blány je 0,04 N.m^{-1}. Vypočtěte, jak velkou silou udržíme příčku v rovnováze a jaký je přírůstek povrchové energie obou stran blány, posuneme-li příčku o 5 cm. (4,8 mN, 0,24 mJ)

50. Hustota lidského těla výrazně závisí na aktuálním množství vzduchu v plicích. Těsně po vydechnutí je to až ρ_{max} = 1 030 kg/m^3, po nadechnutí to může být pouze ρ_{min} = 950 kg/m^3. Skokan, který skočil kolmo dolů do vody, se před svým skokem maximálně nadechl. Vypočítejte, s jak velkým zrychlením bude skokan po svém skoku tlačen vzhůru k hladině. Tření zanedbejte. (0,52 m.s^{-2})

51. Železná kotva se jeví ve vodě lehčí o 200 N než ve vzduchu. (a) Jaký je její objem? (b) Kolik kotva váží na vzduchu? Hustota železa je 7,870 g.cm^{-3}, hustota vody je 1000 kg·m^{-3}. (0,02 m^3 ; 157,4 kg)

52. Člun plující ve sladké vodě vytlačí 4 000 kg vody. Určete: a) Jaká bude hmotnost vytlačené vody, když člun popluje ve slané vodě hustoty 1,03 g.cm^{-3}? b) Změní se objem vytlačené vody? Jestliže ano, tak na kolik ? Hustota vody je 1000 kg.m^{-3}. (stejná hmotnost ; zmenší na 3,88 m^3)

53. Nádrž ve tvaru krychle o objemu 8 m^3 stojí na podlaze a je až po okraj naplněna vodou. Její čelní stěna byla prostřelena nábojem přesně ve středu stěny. Do jaké vodorovné vzdálenosti od hrany nádrže bude vytékající voda dopadat? (2 m)

54. Určete sílu, kterou působí voda na svislou stěnu akvária. Délka stěny je 0,5 m, voda v akváriu sahá do výšky 0,4 m, hustota vody je $1000\,\mathrm{kg.m^{-3}}$. (400 N)

55. Za silného poryvového větru mohou změny atmosférického tlaku dosahovat až 1 % atmosférického tlaku. Jak velkou tlakovou sílu vyvolává nárazový vítr na běžnou okenní tabuli o rozměrech 70 cm x 140 cm.

(980 N)

56. Vypočítejte tlak a sílu působící z vnějšku na okénko ponorky o průměru 0,3 m nacházející se v hloubce 1000 m pod hladinou oceánu. Hustota vody 1024 kg.m^{-3} , tlak na hladinu oceánu 1.10^5 Pa .

(1,024.10^{7}Pa ; 7,24.10^5 N)

57. Obsahy průřezů válců hydraulického lisu jsou 20 cm^2 a 800 cm^2. Na menší píst působí síla o velikosti 100 N. Určete:

    a) Tlak, který tato síla vyvolá v kapalině.
    b) Velikost tlakové síly působící na větší píst.
    c) Dráhu, o kterou se posune větší píst, jestliže se menší píst posune o 8 cm.
    d) Práci, kterou při tomto posunutí vykoná tlaková síla.

    (50000 Pa; 4000 N; 0,2 cm; 8 J)

58. V širší části trubice o průřezu 4 cm^2 proudí voda rychlostí 0,2 $m \cdot s^{-1}$ při výšce sloupce v tlakoměrné trubici $h_1 = 20$ cm. Do jaké výšky vystoupí voda v tlakoměrné trubici v užší části trubice o průřezu 2 cm^2?

    (0,19 m)

59. V páteřním vodovodním rozvodu o průměru 26 mm je udržován tlak 0,3 MPa a rychlost proudění vody 0,38 $m.s^{-1}$. Jaký tlak a rychlost proudění vody bude v místním rozvodu o průměr potrubí 10 mm? Jaký průměr by musela mít trubka, ve které by tlak klesnul pod 100000 Pa? ($2{,}97.10^5$ Pa;2,5 $m.s^{-1}$ 3,58 mm)

Kmity a vlnění

60. Harmonické kmitání hmotného bodu je popsáno rovnicí y = 0,2sin(0,5πt). Určete amplitudu výchylky, maximální rychlost a zrychlení hmotného bodu. Určete, ve kterých časech bude okamžitá výchylka rovna 0,1 m. (0,2 m; 0,3 $m.s^{-1}$; 0,5 $m.s^{-2}$, 1/3 s, 5/3 s …)

61. Zavěšením závaží o hmotnosti 20 g na pružinu se její délka prodlouží o 8 cm. Jakou frekvenci bude mít pružina, jestliže ji rozkmitáme zavěšením závaží o hmotnosti 50 g? (1,125 Hz)

62. Těleso o hmotnosti 0,12 kg osciluje tam a zpět v přímém směru. Jeho výchylka, měřená od počátku souřadnic, je popsána vztahem x=0,16 sin (3πt + 0,5π) . Určete velikost síly, která působí na těleso v čase 1 s. (1,7 N)

63. Jaké je největší zrychlení plošiny, která kmitá s amplitudou 2,2 cm a s frekvencí 6,6 Hz?

    (37,8 $m.s^{-2}$)

64. Vlastní frekvence mechanického oscilátoru je 2 Hz. Pružina oscilátoru je natažena směrem dolů z rovnovážné polohy silou 20 mN. Při tomto ději byla vykonána práce 0,2 mJ. Napište rovnici kmitání oscilátoru. (y = 0,02 sin 4πt; 40 $m.s^{-1}$)

65. Vlnění je popsáno rovnicí y = 0,04 sin2π(8t + 5x) m. Určete:
    a) amplitudu, periodu a rychlost vlnění.
    b) výchylku bodu vzdáleného 1,5 metru od zdroje vlnění v čase 6 sekund.

    (a) 0,04 m; 0,125 s; 1,6 $m.s^{-1}$; b) 0 m)

66. Napište rovnici rovinné postupné vlny o amplitudě výchylky $0{,}6\ \mathrm{mm}$ a periodě $0{,}003\ \mathrm{s}$, která se šíří rychlostí 330 $m.s^{-1}$ v kladném směru osy x. ($y = 0{,}6 \sin 2\pi(333{,}3\ t - x)$ mm)

67. Napište rovnici příčné postupné sinusové vlny, šířící se na vlákně ve směru +x, má-li tato vlna vlnovou délku 10 cm, frekvenci 400 Hz a amplitudu 2 cm. Jaká je rychlost vlny? ($y = 2.10^{-2} \sin 2\pi(400t-10x)$)

68. Příčná postupná vlna, šířící se na velmi dlouhé struně, je popsána rovnicí $y = 0{,}07 \sin(2\pi t + 0{,}1\pi x)$, kde souřadnice x a y jsou vyjádřeny v metrech a čas t v sekundách. Pro tuto vlnu určete:
    a) amplitudu a frekvenci vlnění
    b) rychlost šíření vlnění
    c) Jaká je příčná výchylka struny v místě x = 4 cm a v čase t = 0,5 s?

    (0,07 m; 1 Hz; 20 $m.s^{-1}$; -0,88 mm)

69. Ve skleněném válci délky 0,5 m, otevřeném na obou koncích, je pomocí reproduktoru vytvořeno stojaté vlnění. Akustickou sondou bylo v trubici zjištěno 6 minim vlnění-uzlů. Určete frekvenci vlnění, je-li rychlost zvuku ve vzduchu 340 m/s. (2040 Hz)

70. Hladina akustické intenzity zvuku, který vydává venkovní jednotka tepelného čerpadla při plném výkonu, je 52 dB. V noci je třeba snížit hladinu akustické intenzity na hodnotu 40 dB. Kolikrát je třeba snížit akustickou intenzitu? (15,8-krát)

Molekulová fyzika a termodynamika

71. Při teplotě 0 °C má olověná koule průměr 200 mm. Jaká je relativní změna objemu této koule při zvýšení teploty na 100 °C? Jaký objem má koule při teplotě 100 °C? Součinitel teplotní délkové roztažnosti olova je $2{,}9.10^{-5}\ K^{-1}$. (0,87 %, 4,22 l)

72. Určete teplotu T, při které mají molekuly kyslíku O_2 stejnou střední kvadratickou rychlost jako molekuly dusíku N_2 při teplotě 100 °C. Přibližné hodnoty relativních atomových hmotností jsou : kyslík $A_r = 16$, dusík $A_r = 14$. (153,31 °C)

73. Vypočtěte a) počet molů a b) počet molekul v 1 cm^3 ideálního plynu při tlaku 100 Pa a teplotě 220 K. Molární plynová konstanta 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$, Boltzmannova konstanta $k=1{,}38.10^{-23}\ J.K^{-1}$, Avogadrova konstanta $6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$. ($5{,}47.10^{-8}$ mol; $3{,}29.10^{16}$)

74. Vakuum, kterého lze dosáhnout v laboratoři, odpovídá zhruba tlaku $1 \cdot 10^{-10}$ Pa. Kolik molekul se nachází v jednom krychlovém centimetru při tomto tlaku a teplotě 293 K? (24731)

75. Vypočítejte střední kvadratickou rychlost molekul kyslíku O_2 při teplotě -3 °C. Relativní atomová hmotnost kyslíku je 16. (459 $m.s^{-1}$)

76. V nádobě o objemu 4 l je směs 2 g vodíku H_2 a 4 g dusíku N_2. Určete tlak této směsi plynů při teplotě 27 °C. ($7{,}1.10^5$ Pa)

77. Určete hmotnost vzduchu v místnosti s rozměry 5 m x 4 m x 3 m, při atmosférickém tlaku 10^5 Pa a teplotě 20 °C. Je-li složení objemu vzduchu 78 % dusík N_2 a 22 % kyslík O_2. (71,1 kg)

78. V láhvi je uzavřen kyslík O_2, který má hmotnost 1 g, tlak 1 MPa a teplotu 47 °C. Uzávěr láhve dobře netěsní, takže kyslík uniká. Po určitém čase byl opět změřen tlak a teplota a bylo zjištěno, že tlak klesl na $\frac{5}{8}$ své původní hodnoty a teplota klesla na 27 °C. Relativní atomová hmotnost kyslíku je 16.
    a) Jaký je vnitřní objem láhve?
    b) Určete hmotnost kyslíku, který unikl. (83 cm^3; 0,33 g)

79. Určete práci, kterou vykoná plyn při izotermické expanzi, jestliže jeho počáteční objem je $V_1 = 10\,\mathrm{dm}^3$, tlak $p_1 = 10^3\,\mathrm{kPa}$, tlak po expanzi $p_2 = 10^2\,\mathrm{kPa}$. (23 kJ)

80. Oxid uhelnatý CO byl uzavřen v nádobě o objemu 2000 dl při teplotě 30°C a normálním tlaku $1{,}013.10^5\,\mathrm{Pa}$. Plynu bylo dodáno teplo *Q* = 10 kJ. Určete a) změnu teploty, b) konečný tlak plynu.
(59,8 K; 1,21. 10^5 Pa)

81. Ideální tepelný stroj s maximální účinností 65 % má teplotu ohřívače 2 200 °C. Vypočítejte teplotu chladiče. (865 K)

82. Jaké teplo je třeba dodat 4 molům ideálního dvouatomového plynu, aby se jeho teplota a) při stálém tlaku zvýšila o 60 K? b) o kolik se přitom změní jeho vnitřní energie? c) jakou práci plyn vykoná?
(6980,4 J; 4986 J; 1994,4 J)

83. Jak se změní vnitřní energie kyslíku O_2 o hmotnosti 0,1 kg při zahřátí z teploty 10°C na teplotu 60°C, probíhá-li děj a) dodáním tepla při konstantním objemu; b) dodáním tepla při konstantním tlaku; c) adiabatickým stlačením plynu? (ve všech případech 3,25 kJ)

84. Dvanáct litrů vzduchu o počátečním tlaku 10^5 Pa a teplotě 20 °C bylo rychle stlačeno na 1/5 počátečního objemu. Vypočítejte tlak a teplotu vzduchu na konci jeho stlačení a práci potřebnou na stlačení vzduchu, pokud lze kompresi považovat za adiabatickou. ($9{,}5.10^5$ Pa; 285°C; 2700 J)

85. Za normálního tlaku 10^5 Pa měl plynný dusík N_2 o látkovém množství 8 molů teplotu 40°C. Teplota plynu byla při konstantním tlaku zvětšena na 80°C. Určete:
    a) změnu vnitřní energie plynu,
    b) práci vykonanou plynem,
    c) teplo plynu předané. (6648 J, 2659 J, 9307 J)

Zuzana Budinská