

UNIVERZITET U BEOGRADU – GRAĐEVINSKI FAKULTET

G. Todorović, Lj. Brajović, R. Gospavić, M. Malović

**ZBIRKA ISPITNIH ZADATAKA
IZ TEHNIČKE I GRAĐEVINSKE FIZIKE**

AKADEMSKA MISAO

BEOGRAD 2017.

Dr Goran Todorović, v.prof
Dr Ljiljana Brajović, v.prof.
Dr Radovan Gospavić, doc.
Dr Miodrag Malović

ZBIRKA ISPITNIH ZADATAKA IZ TEHNIČKE I GRAĐEVINSKE FIZIKE

Recenzenti

Dr Peđa Mihailović
Dr Slobodan Petričević

Kompjuterska obrada

G. Todorović

Izdavači

Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet
Akademska misao, Beograd

Štampa

Planeta print, Beograd

Tiraž

300 primeraka

ISBN 978-86-7466-702-6

PREDGOVOR

Ova zbirka je namenjena studentima prve i druge godine građevinskog odseka Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu kao dodatak postojećoj literaturi za pripremu računskog dela predmeta Tehnička fizika i Građevinska fizika. Zbirka obuhvata skoro sve kolokvijume i ispitne rokove davani od 2011. god. do 2017.god. U Zbirci svi zadaci su rešeni sa manje ili više detaljno izloženim postupkom. Na ovaj način autori izlaze u susret željama studenata da imaju na jednom mestu kolekciju svih ispitnih zadataka zajedno sa rešenjima, pa se nadamo da će doprineti bržoj i uspešnijoj pripremi ovih predmeta kao i bolje razumevanju materije.

Bićemo zahvalni čitaocima ako nam ukažu na propuste i time pomognu da naredna izdanja ove zbirke budu bolja.

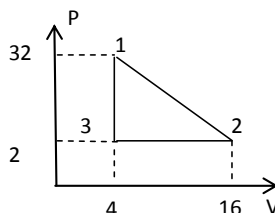
Autori

Sadržaj

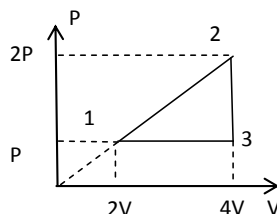
1. Tehnička fizika-zadaci sa kolokvijuma	1
2. Tehnička fizika-zadaci sa ispita	77
3. Građevinska fizika-zadaci sa kolokvijuma	174
4. Građevinska fizika-zadaci sa ispita	214

TEHNIČKA FIZIKA
zadaci sa kolokvijuma

- Kroz vazduh se prostire harmonijski zvučni talas amplitude $50\mu\text{m}$, talasne dužine $1,36\text{m}$ brzinom 340m/s . U jednom trenutku brzina jedne tačke sredine iznosi $6,28 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$. Koliko je njeno ubrzanje u tom trenutku?
- Dva zvučnika se nalazi na y-osi, jedan u koordinatnom početku a drugi u $y=1,06\text{m}$. Oba emituju zvuk iste amplitude i frekvencije. Za koje frekvencije emitovanog zvuka iz opsega od $10\text{KHz}-20\text{KHz}$ u prijemniku koji se nalazi na x-osi u $x=7,5\text{m}$ će se detektovati maksimalne intenzitete? Brzina zvuka u vazduhu je 340m/s .
- Bela svetlost pada na tanak sloj ulja indeksa prelamanja $1,2$ koji pliva na površini vode indeksa prelamanja $1,33$. Kolika je minimalna debljina sloja ulja ako posmatrač pod uglom od 30° u odnosu na normalu opaža plavu prugu svetlosti talasne dužine 400nm ?
- Idealan gas menja stanje pritika P i zapremine V prema ciklusu na slici. Odrediti mehanički rad koji izvrši gas u toku jednog ciklusa.



- Kroz vazduh se prostire talasno kretanje frekvencije 1kHz . U jednom trenutku je brzina jedne tačke 10^{-2} m/s , a njeno ubrzanje je $98,1 \text{ m/s}^2$. Kolika je amplituda oscilovanja tog talasnog kretanja?
- Dva zvučnika se nalazi na x-osi, jedan u koordinatnom početku a drugi u $x=2,5\text{m}$. Oba emituju zvuk iste amplitude i frekvencije 600Hz ali su fazno pomereni za π . U kojim tačkama između njih na x-osi će zvuk imati maksimalan intenzitet? Brzina zvuka u vazduhu je 340m/s .
- Na optičku rešetku koja ima 1000 zareza/ mm pada bela svetlost. Naći ugao između dva difraktovana zraka: crvenog, talasne dužine 720nm i plavog, talasne dužine 400nm .
- Idealan gas poznatog odnosa specifičnih toplota $\kappa = c_p / c_v$, menja stanje prema slici. Odrediti koeficijent korisnog dejstva ciklusa.



Rešenja, grupa A

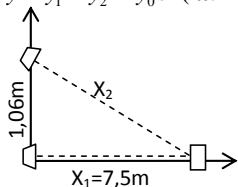
$$1. \quad \left. \begin{aligned} y &= y_0 \sin(\omega t - kx) \\ v &= \frac{dy}{dt} = \omega y_0 \cos(\omega t - kx) \\ a &= \frac{dv}{dt} = -\omega^2 y_0 \sin(\omega t - kx) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{v}{\omega y_0} &= \cos(\omega t - kx) \\ \frac{a}{\omega^2 y_0} &= -\sin(\omega t - kx) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \left(\frac{v}{\omega y_0} \right)^2 &= \cos^2(\omega t - kx) \\ \left(\frac{a}{\omega^2 y_0} \right)^2 &= \sin^2(\omega t - kx) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v^2}{\omega^2 y_0^2} + \frac{a^2}{\omega^4 y_0^2} = 1$$

$$a^2 = \omega^4 y_0^2 \left(1 - \frac{v^2}{\omega^2 y_0^2} \right) \Rightarrow a = \omega^2 y_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{\omega^2 y_0^2}}, \quad c = \lambda \cdot f = \frac{\lambda \cdot \omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi c}{\lambda}$$

$$a = \omega^2 y_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{\omega^2 y_0^2}} = \omega \sqrt{\omega^2 y_0^2 - v^2} = \frac{2\pi c}{\lambda} \sqrt{\frac{4\pi^2 c^2 y_0^2}{\lambda^2} - v^2} = \frac{6,28 \cdot 340}{1,36} \sqrt{\frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot 340^2 \cdot (50 \cdot 10^{-6})^2}{1,36^2} - (6,28 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$a = 1570 \sqrt{0,00616225 - 0,0000394384} = 1570 \sqrt{0,0061228116} = 1570 \cdot 0,0782484 = 122,85 \frac{m}{s^2}$$

$$2. \quad y = y_1 + y_2 = y_0 \sin(\omega t - kx_1) + y_0 \sin(\omega t - kx_2) = 2y_0 \cos \frac{\omega t - kx_1 - (\omega t - kx_2)}{2} \sin \frac{\omega t - kx_1 + \omega t - kx_2}{2}$$



$$y = 2y_0 \cos \frac{k(x_2 - x_1)}{2} \sin \frac{2\omega t - k(x_1 + x_2)}{2}, \quad A = 2y_0 \cos \frac{k(x_2 - x_1)}{2}$$

$$A_{\max} = \pm 2y_0, \quad \cos \frac{k(x_2 - x_1)}{2} = \pm 1, \quad \frac{k(x_2 - x_1)}{2} = z\pi, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{x_2 - x_1}{z} = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{x_2 - x_1} z = \frac{340}{\sqrt{1,06^2 + 7,5^2} - 7,5} z = \frac{340}{7,57453 - 7,5} z = \frac{340}{0,07453629} z = 4,56 \cdot z \text{ [kHz]}$$

$$z_{\max} = \text{Integer} \left[\frac{20}{4,56} \right] = 4$$

z	2	3	4
f[Hz]	9123	13684,6	18246,1

$$3. \quad d_{\min} = \frac{\lambda}{2\sqrt{n_{\text{sloja}}^2 - \sin^2 30^\circ}} = \frac{400nm}{2\sqrt{1,2^2 - 0,25}} = \frac{200nm}{\sqrt{1,44 - 0,25}} = \frac{200nm}{\sqrt{1,19}} = 183,34nm$$

$$4. \quad P_1 V_1^{\nu_1} = P_2 V_2^{\nu_1} \Rightarrow 32 \cdot 4^{\nu_1} = 2 \cdot 16^{\nu_1} \Rightarrow 2^5 \cdot 2^{2\nu_1} = 2 \cdot 2^{4\nu_1} \Rightarrow 2^{5+2\nu_1} = 2^{1+4\nu_1} \Rightarrow 5 + 2\nu_1 = 1 + 4\nu_1 \Rightarrow \nu_1 = 2$$

$$A_{12} = \frac{P_1 V_1}{\nu_1 - 1} \left(1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\nu_1 - 1} \right) = \frac{32 \cdot 4}{1} (1 - 0,25) = 96J, \quad A_{23} = P_2 (V_3 - V_2) = 2(8 - 16) = -16J$$

$$P_3 V_3^{\nu_2} = P_4 V_4^{\nu_2} \Rightarrow 2 \cdot 8^{\nu_2} = 8 \cdot 4^{\nu_2} \Rightarrow 2 \cdot 2^{3\nu_2} = 2^3 \cdot 2^{2\nu_2} \Rightarrow 2^{1+3\nu_2} = 2^{3+2\nu_2} \Rightarrow 1 + 3\nu_2 = 3 + 2\nu_2 \Rightarrow \nu_2 = 2$$

$$A_{34} = \frac{P_3 V_3}{v_2 - 1} \left(1 - \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{v_2 - 1} \right) = \frac{2 \cdot 8}{1} (1 - 2) = -16 J, \quad A_{41} = 0 \quad A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = 96 - 16 - 16 = 64 J$$

Rešenja, grupa B

$$\left. \begin{array}{l} 1. \quad y = y_0 \sin(\omega t - kx) \\ v = \frac{dy}{dt} = \omega y_0 \cos(\omega t - kx) \\ a = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 y_0 \sin(\omega t - kx) \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \frac{v}{\omega y_0} = \cos(\omega t - kx) \\ \frac{a}{\omega^2 y_0} = -\sin(\omega t - kx) \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \left(\frac{v}{\omega y_0} \right)^2 = \cos^2(\omega t - kx) \\ \left(\frac{a}{\omega^2 y_0} \right)^2 = \sin^2(\omega t - kx) \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{v^2}{\omega^2 y_0^2} + \frac{a^2}{\omega^4 y_0^2} = 1$$

$$y_0^2 = \frac{1}{\omega^2} \left(v^2 + \frac{a^2}{\omega^2} \right) \Rightarrow y_0 = \frac{1}{\omega} \sqrt{v^2 + \frac{a^2}{\omega^2}} = \frac{1}{2\pi \cdot f} \sqrt{v^2 + \frac{a^2}{4\pi^2 f^2}}$$

$$y_0 = \frac{1}{6,28 \cdot 1000} \sqrt{10^{-4} + \frac{98,1^2}{4 \cdot 9,8696 \cdot 10^6}} = \frac{10^{-3}}{6,28} \sqrt{10^{-4} + 2,4377 \cdot 10^{-4}} = \frac{10^{-5} \sqrt{3,4377}}{6,28} = \frac{1,56 \cdot 10^{-5}}{6,28} = 2,468 \mu\text{m}$$

$$2. \quad y = y_1 + y_2 = y_0 \sin(\omega t - kx_1) + y_0 \sin(\omega t - k(2,5 - x_1) - \pi)$$

$$A = 2y_0 \cos \frac{\omega t - kx_1 - \omega t + k(2,5 - x_1) + \pi}{2} = 2y_0 \cos \frac{k(2,5 - 2x_1) + \pi}{2}$$

$$A_{\text{max}} = \pm 2y_0, \cos \frac{k(2,5 - 2x_1) + \pi}{2} = \pm 1,$$

$$\frac{k(2,5 - 2x_1) + \pi}{2} = z\pi \Rightarrow x_1 = 1,25 - \frac{(2z - 1)\lambda}{4} = 1,25 - \frac{c(2z - 1)}{4f}$$

$$x_1 = 1,25 - 0,14167(2z - 1) = 1,39167 - 0,2833 \cdot z$$

z	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
X ₁ [m]	0,257	0,541	0,825	1,108	1,39	1,675	1,958	2,241

$$3. \quad \theta_2 - \theta_1 = \arcsin \frac{\lambda_2}{d} - \arcsin \frac{\lambda_1}{d} = \arcsin \frac{720 \cdot 10^{-9}}{10^{-6}} - \arcsin \frac{400 \cdot 10^{-9}}{10^{-6}} = \arcsin(0,72) - \arcsin(0,4) = 0,39228 \text{ rad}$$

$$\theta_2 - \theta_1 = \frac{180}{\pi} 0,39228 \text{ rad} = 22,4763^\circ$$

$$4. A = \frac{1}{2}(2P - P)(4V - 2V) = PV, Q_p = nc_p(T_1 - T_3) = \frac{c_p}{R}(P_1V_1 - P_3V_3) = \frac{P \cdot 2V - P \cdot 4V}{1 - 1/\kappa} = -\frac{2\kappa PV}{\kappa - 1} < 0$$

$$Q_v = nc_v(T_3 - T_2) = \frac{c_v}{R}(P_3V_3 - P_2V_2) = \frac{P \cdot 4V - 2P \cdot 4V}{1 - 1/\kappa} = -\frac{4\kappa PV}{\kappa - 1} < 0$$

$$P \cdot (2V)^\nu = 2P \cdot (4V)^\nu \Rightarrow 2^\nu = 2 \cdot 4^\nu \Rightarrow 2^\nu = 2^{1+2\nu} \Rightarrow \nu = 1 + 2\nu \Rightarrow \nu = -1 \quad -1 = \frac{c - c_p}{c - c_v} \Rightarrow c = \frac{c_p + c_v}{2}$$

$$Q_{poli} = nc(T_2 - T_1) = \frac{c}{R}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{c_p + c_v}{2(c_p - c_v)}(2P \cdot 4V - P \cdot 2V) = \frac{6(\kappa + 1)PV}{2(\kappa - 1)} > 0$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{poli}} = \frac{(\kappa - 1)PV}{3(\kappa + 1)PV} = \frac{\kappa - 1}{3(\kappa + 1)}$$

Računski kolokvijum iz Tehničke fizike

4.2.2011.

1. U zategnutoj čeličnoj žici longitudinalni talas se prostire 85 puta većem brzinom od transversalnog. Sila zatezanja je 15N. Prečnik žice je 1mm. Koliki je moduo elastičnosti materijala od kojeg je načinjena žica?
2. Kroz vazduh se prostire harmonijski talas brzinom 340m/s. U jednom trenutku elongacija i brzina jedne tačke su $2 \cdot 10^{-5}$ m i $5 \cdot 10^{-2}$ m/s redom a druge tačke $4 \cdot 10^{-5}$ m i $1,5 \cdot 10^{-2}$ m/s. Kolika je amplituda talasa i rastojanje između ovih tačaka.
3. Izvor zvuka i posmatrač se kreću jedan drugom u susret konstantnim brzinama. Brzina posmatrača u odnosu na vazduh je 20m/s. Pre mimoilaženja posmatrač registruje jednu frekvenciju a posle drugu koja je za 25% manja nego predhodna. Odrediti brzinu kretanja izvora zvuka u odnosu na vazduh. Brzina zvuka u vazduhu je 340m/s.
4. Idealan dvoatomski gas prvo izvrši izotermnsku ekspanziju na temperaturi 293K tako da mu se zapremina udvostruči. Zatim se adijabatski komprimuje pri čemu se izvrši isti rad po modulu kao pri izotermnskoj ekspanziji. Kolika je temperatura gasa nakon adijabatske kompresije?

Rešenja

$$1. C_L = \sqrt{\frac{E_y}{\rho}}, C_T = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \frac{C_L^2}{C_T^2} = \frac{E_y \mu}{F \rho} \Rightarrow E_y = F \left(\frac{C_L}{C_T} \right)^2 \frac{\rho}{\mu} = F \left(\frac{C_L}{C_T} \right)^2 \frac{1}{S} = \frac{4F}{\pi d^2} \left(\frac{C_L}{C_T} \right)^2$$

$$E_y = \frac{4 \cdot 15}{3,14 \cdot (10^{-3})^2} 85^2 Pa = 13,8 \cdot 10^{10} Pa$$

$$2. y(x, t) = y_0 \sin(\omega t - kx), \quad v(x, t) = \frac{dy}{dt} = \omega y_0 \cos(\omega t - kx)$$

$$y_1(x_1, t) = y_0 \sin(\omega t - kx_1) \quad y_2(x_1, t) = y_0 \sin(\omega t - kx_2)$$

$$v_1(x_1, t) = \omega y_0 \cos(\omega t - kx_1) \quad v_2(x_1, t) = \omega y_0 \cos(\omega t - kx_2)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{y_1}{y_0} &= \sin(\omega t - kx_1) \\ \frac{v_1}{\omega y_0} &= \cos(\omega t - kx_1) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{y_1^2}{y_0^2} + \frac{v_1^2}{\omega^2 y_0^2} = 1 \quad \left. \begin{aligned} \frac{y_2}{y_0} &= \sin(\omega t - kx_2) \\ \frac{v_2}{\omega y_0} &= \cos(\omega t - kx_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{y_2^2}{y_0^2} + \frac{v_2^2}{\omega^2 y_0^2} = 1$$

$$\frac{y_1^2}{y_0^2} + \frac{v_1^2}{\omega^2 y_0^2} = \frac{y_2^2}{y_0^2} + \frac{v_2^2}{\omega^2 y_0^2} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{v_1^2 - v_2^2}{y_2^2 - y_1^2}} = 1,38 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}, \quad y_0 = \sqrt{y_1^2 + \frac{v_1^2}{\omega^2}} = 4,1456 \cdot 10^{-5} \text{ m},$$

$$\omega t - kx_1 = \arcsin\left(\frac{y_1}{y_0}\right), \quad \omega t - kx_2 = \arcsin\left(\frac{y_2}{y_0}\right), \quad x_1 - x_2 = \frac{c}{\omega} \left(\arcsin\left(\frac{y_2}{y_0}\right) - \arcsin\left(\frac{y_1}{y_0}\right) \right) = 0,1979 \text{ m}$$

3. Pre mimoilaženja: $\frac{f_I}{c - v_I} = \frac{f_P^{(pre)}}{c + v_P}$ Posle mimoilaženja: $\frac{f_I}{c + v_I} = \frac{f_P^{(posle)}}{c - v_P}$

$$0,75 f_P^{(pre)} = f_P^{(posle)} \Rightarrow 0,75 \frac{c + v_P}{c - v_I} f_I = \frac{c - v_P}{c + v_I} f_I, \quad 0,75(340 + 20)(340 + v_I) = (340 - 20)(340 - v_I)$$

$$v_I = 28,81 \text{ m/s}$$

$$4. A_T = nRT_2 \ell n \frac{2V_1}{V_1} = nRT_2 \ell n 2, \quad A_Q = \frac{P_2 V_2}{\kappa - 1} \left[1 - \left(\frac{2V_1}{V_3} \right)^{\kappa - 1} \right],$$

$$A_T = |A_Q| \Rightarrow nRT_2 \ell n 2 = \frac{nRT_2}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{2V_1}{V_3} \right)^{\kappa - 1} - 1 \right], \quad \left(\frac{2V_1}{V_3} \right)^{\kappa - 1} = 1 + (\kappa - 1) \ell n 2,$$

$$T_2 V_2^{\kappa - 1} = T_3 V_3^{\kappa - 1} \Rightarrow T_3 = T_2 \left(\frac{2V_1}{V_3} \right)^{\kappa - 1} = T_2 (1 + (\kappa - 1) \ell n 2) = 293(1 + 0,4 \cdot 0,693) = 374,24 \text{ K}$$

1. Kroz homogenu sredinu prostire se ravanski zvučni talas čiji je talasni broj 6 m^{-1} . U jednom trenutku elongacija jedne čestice vazduha je $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$, a intenzitet njenog ubrzanja je 100 m/s^2 . Odrediti frekvenciju, talasnu dužinu i brzinu prostiranja talasa.

2. Brod se udaljava nekom brzinom od obale. Pri tome emituje zvučni signal koji se reflektuje od zida na obali koji je postavljen normalno na pravac kretanja broda. Reflektovani signal se registruje na prijemniku na brodu. Odnos registrovane i emitovane frekvencije zvučnog signala je 0,99. Ako je brzina zvuka 345 m/s, kolika je brzina broda?

3. Monohromatska svetlost pada na difrakcionu rešetku. Iza difrakcione rešetke postavljen je zaklon na udaljenosti od 30 cm. Ako je talasna dužina svetlosti 400 nm, na kom međusobnom rastojanju će se nalaziti drugi i treći interferentni maksimum na zaklonu? Rešetka ima 150 zareza po milimetru.

4. Kolika se količina toplote utroši da bi se kiseoniku mase 20 g na temperaturi od 30 °C povećala zapremina tri puta, pri stalnom pritisku, a zatim povećao pritisak dva puta, pri stalnoj zapremini? ($c_p=909,43 \text{ J/kgK}$, $c_v=649,53 \text{ J/kgK}$)

Računski kolokvijum iz Tehničke fizike

grupa B

3.04.2011.

1. Kroz vazduh se prostire zvučni talas amplitude 5 μm i brzine 340 m/s. U jednom trenutku elongacija jedne čestice vazduha je 3 μm , a njena brzina 16 mm/s. Odrediti talasnu dužinu posmatranog zvučnog talasa.

2. Slepi miš leti upravno prema zidu brzinom 5 m/s pri čemu proizvodi ultra zvuk frekvencije 50 kHz. Kolika je razlika frekvencija ultrazvuka koji pada na zid i ultrazvuka odbijenog od zida koji registruje miš (brzina prostiranja ultrazvuka u vazduhu je $c=340 \text{ m/s}$).

3. Monohromatska svetlost pada na difrakcionu rešetku. Iza difrakcione rešetke postavljen je zaklon na udaljenosti od 60 cm. Ako je talasna dužina svetlosti 500 nm, na kom međusobnom rastojanju će se nalaziti prvi i drugi interferentni maksimum na zaklonu? Rešetka ima 100 zareza po milimetru.

4. Kiseonik mase 40 g ($M=0,032 \text{ kg/mol}$) nalazi se u stanju 1 na temperaturi od 300 K. Gas iz stanja 1 prelazi u stanje 2 izobarskim procesom pri čemu se zapremina smanji za 30 %. Zatim gas prelazi iz stanja 2 u stanje 3 izotermskom ekspanzijom pri čemu se zapremina poveća za 25 % u odnosu na zapreminu u stanju 2. Izračunati ukupnu razmenjenu količinu toplote sa okolinom pri prelazu od stanja 1 do stanja 3 ($\kappa=1,4$, $R=8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$).

Rešenja, grupa A

$$1. y = y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x); \quad a = -\omega^2 \cdot y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x) \Rightarrow |a| = \omega^2 \cdot |y| \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{|a|}{|y|}} = 2500 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 397,887 \text{ Hz}; k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{\pi}{3} \text{ m} = 1,047 \text{ m}; c = \frac{\omega}{k} = 416,66 \text{ m/s.}$$

$$2. f_1 = f_0 \frac{c}{c+v}; f_2 = f_1 \frac{c-v}{c} = f_0 \frac{c-v}{c+v} \Rightarrow \frac{f_2}{f_0} = \frac{c-v}{c+v} = 0,99 \Rightarrow v = \frac{0,01 \cdot c}{1,99} = 1,733 \text{ m/s}$$

$$3. d = \frac{10^{-3}}{150} \text{ m}; \sin \alpha = \frac{\lambda \cdot z}{d}; \alpha = \arcsin \frac{\lambda \cdot z}{d} \Rightarrow \sin \alpha_1 = 0,12; \sin \alpha_2 = 0,18;$$

$$\alpha_1 = 6,892^0; \alpha_2 = 10,369^0; \Delta h = L \cdot (\text{tg} \alpha_2 - \text{tg} \alpha_1) = 18,63 \text{ mm.}$$

$$4. \Delta Q_{12} = m \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1); \Delta Q_{23} = m \cdot c_v \cdot (T_3 - T_2);$$

$$P_1 \cdot V_1 = nRT_1; P_1 \cdot 3 \cdot V_1 = nRT_2; 2 \cdot P_1 \cdot 3 \cdot V_1 = nRT_3 \Rightarrow$$

$$T_2 = 3 \cdot T_1; T_3 = 2 \cdot T_2 \Rightarrow \Delta Q = \Delta Q_{12} + \Delta Q_{23} = m \cdot T_1 \cdot (2 \cdot c_p + 3 \cdot c_v) = 22,841 \text{ kJ.}$$

Rešenja, grupa B

$$1. y = y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x); \quad v = \omega \cdot y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x) \Rightarrow \left(\frac{y}{y_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega \cdot y_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{|v|}{\sqrt{y_0^2 - y^2}} = 4000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}; f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 636,619 \text{ Hz}; c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 0,534 \text{ m.}$$

$$2. f_1 = f_0 \frac{c}{c-v} = 50,746 \text{ kHz}; f_2 = f_1 \frac{c+v}{c} = 51,492 \text{ kHz}; \quad \Delta f = f_1 - f_2 = -746,264 \text{ Hz}$$

$$3. d = \frac{10^{-3}}{100} \text{ m}; \sin \alpha = \frac{\lambda \cdot z}{d}; \alpha = \arcsin \frac{\lambda \cdot z}{d} \Rightarrow \sin \alpha_1 = 0,05; \sin \alpha_2 = 0,1;$$

$$\alpha_1 = 2,865^0; \alpha_2 = 5,739^0; \Delta h = L \cdot (\text{tg} \alpha_2 - \text{tg} \alpha_1) = 30,264 \text{ mm.}$$

$$4. \frac{C_p}{C_v} = \kappa; C_p = C_v + R \Rightarrow C_p = \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot R; n = \frac{m}{M} = 1,25 \text{ mol}; P_1 \cdot V_1 = nRT_1; P_1 \cdot 0,7 \cdot V_1 = nRT_2 \Rightarrow$$

$$T_2 = 0,7 \cdot T_1; T_3 = T_2; \Delta Q_{12} = n \cdot \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = -3273,6375 \text{ J}; \Delta U_{23} = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta Q_{23} = \Delta A_{23} = n \cdot R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right) \Rightarrow \Delta Q_{23} = 486,994; \Delta Q_{123} = \Delta Q_{12} + \Delta Q_{23} = -2786,643 \text{ J.}$$

1. Kroz vazduh se prostire zvučni talas amplitude 5 μm i brzine 340 m/s. U jednom trenutku elongacija jedne čestice vazduha je 3 μm , a njena brzina 16 mm/s. Odrediti talasnu dužinu posmatranog zvučnog talasa.

2. Slepi miš leti upravno prema zidu brzinom 5 m/s pri čemu proizvodi ultra zvuk frekvencije 50 kHz. Kolika je razlika frekvencija ultrazvuka koji pada na zid i ultrazvuka odbijenog od zida koji registruje miš (brzina prostiranja ultrazvuka u vazduhu je $c=340$ m/s) .

3. Monohromatska svetlost pada na difrakcionu rešetku. Iza difrakcione rešetke postavljen je zaklon na udaljenosti od 60 cm. Ako je talasna dužina svetlosti 500 nm, na kom međusobnom rastojanju će se nalaziti prvi i drugi interferentni maksimum na zaklonu? Rešetka ima 100 zarezova po milimetru.

4. Kiseonik mase 40 g ($M=0,032$ kg/mol) nalazi se u stanju 1 na temperaturi od 300 K. Gas iz stanja 1 prelazi u stanje 2 izobarskim procesom pri čemu se zapremina smanji za 30 %. Zatim gas prelazi iz stanja 2 u stanje 3 izotermskom ekspanzijom pri čemu se zapremina poveća za 25 % u odnosu na zapreminu u stanju 2. Izračunati ukupnu razmenjenu količinu toplote sa okolinom pri prelazu od stanja 1 do stanja 3 ($\kappa=1,4$, $R=8.314$ J/mol·K).

Rešenja

$$1. y = y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x); \quad v = \omega \cdot y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x) \Rightarrow \left(\frac{y}{y_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega \cdot y_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{|v|}{\sqrt{y_0^2 - y^2}} = 4000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}; f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 636,619 \text{ Hz}; c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 0,534 \text{ m.}$$

$$2. f_1 = f_0 \frac{c}{c-v} = 50,746 \text{ kHz}; f_2 = f_1 \frac{c+v}{c} = 51,492 \text{ kHz}; \quad \Delta f = f_1 - f_2 = -746,264 \text{ Hz}$$

$$3. d = \frac{10^{-3}}{100} \text{ m}; \sin \alpha = \frac{\lambda \cdot z}{d}; \alpha = \arcsin \frac{\lambda \cdot z}{d} \Rightarrow \sin \alpha_1 = 0,05; \sin \alpha_2 = 0,1;$$

$$\alpha_1 = 2,865 \text{ rad}; \alpha_2 = 5,739 \text{ rad}; \Delta h = L \cdot (\text{tg} \alpha_2 - \text{tg} \alpha_1) = 30,264 \text{ mm.}$$

$$4. \frac{C_p}{C_v} = \kappa; C_p = C_v + R \Rightarrow C_p = \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot R; n = \frac{m}{M} = 1,25 \text{ mol}; P_1 \cdot V_1 = nRT_1; P_1 \cdot 0,7 \cdot V_1 = nRT_2 \Rightarrow$$

$$T_2 = 0,7 \cdot T_1; T_3 = T_2; \Delta Q_{12} = n \cdot \frac{\kappa}{\kappa-1} \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = -3273,6375 \text{ J}; \Delta U_{23} = 0 \Rightarrow$$

$$\Delta Q_{23} = \Delta A_{23} = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \left(\frac{V_3}{V_2}\right) \Rightarrow \Delta Q_{23} = 486,994; \Delta Q_{123} = \Delta Q_{12} + \Delta Q_{23} = -2786,643 \text{ J.}$$