

Računske vežbe iz Fizike

Praktikum

Decembar 2009

Mašinski Fakultet Kraljevo

Zlatan Šoškić

Predgovor

Ovaj praktikum je zamišljen kao pomoćni materijal koji se koristi u nastavi predmeta Fizika na Mašinskom Fakultetu Kraljevo. Njegova osnovna namena je da pojednostavi izvođenje auditornih vežbi iz ovog predmeta tako što će studentima obezbediti tekst i prateće crteže zadataka koji se rešavaju na ovim vežbama. Međutim, u nedostatku zbirke zadataka koja specifično pokriva materiju koja se izučava planom predviđenim za ovaj predmet na Mašinskom Fakultetu Kraljevo, praktikum sadrži i zadatke za samostalni rad sa rešenjima, čime se studentima olakšava učenje i priprema ispita.

U nadi da će ovaj Praktikum poboljšati rezultate studenata na ispitu iz predmeta Fizika, autor poziva sve studente na saradnju čiji je cilj unapređenje ovog nastavnog materijala.

U Kraljevu, decembra 2009.

Dr Zlatan Šoškić

Sadržaj

Fizičke veličine i jedinice.....	1
Svođenje izvedenih jedinica na osnovne jedinice SI.....	1
Dimenziona analiza	1
Izražavanje veličina datih u jedinicama koje ne pripadaju SI	1
Izražavanje rezultata merenja	3
Fizički koncepti.....	5
Pravolinijsko kretanje	5
Njutnovi zakoni	8
Rad i energija	8
Zakoni održanja.....	10
Hici.....	11
Ravnomerno kružno kretanje	13
Periodična kretanja	14
Oscilacije.....	15
Sudari	17
Interakcije u prirodi.....	19
Gravitacione interakcije	19
Elektromagnetske interakcije	19
Mikroskopske interakcije.....	21
Struktura tela.....	21
Sila normalne reakcije	23
Pritisak u gasovima.....	23
Pritisak i potisak u tečnostima.....	24
Elastične sile.....	25
Površinski napon	26
Suvo trenje.....	26
Viskozno trenje	27
Kapilarne pojave	28
Talasi	28
Prostiranje talasa	28
Doplerov efekat	30
Intenzitet i nivo zvuka	30
Difrakcija svetlosti	32
Prelamanje svetlosti	33
Vibracije.....	33

Fizičke veličine i jedinice

Svođenje izvedenih jedinica na osnovne jedinice SI

1. Jedinicu za silu izraziti preko osnovnih jedinica SI.

Rešenje: $N = [F] = [m \cdot a] = [m] \cdot [a] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

2. Jedinicu za rad izraziti preko osnovnih jedinica SI.

Rešenje: $J = [A] = [F] \cdot [s] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$.

Zadaci za samostalnu vežbu:

3. Jedinicu za snagu izraziti preko osnovnih jedinica SI.

Rešenje: $W = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

4. Jedinicu za pritisak izraziti preko osnovnih jedinica SI.

Rešenje: $\text{Pa} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Dimenziona analiza

5. Da li je moguće da formula za neki vremenski period (T) glasi $T = \pi \cdot \sqrt{l/a}$ gde je l označena neka dužina, a a neko ubrzanje?

Rešenje: Da

6. Odrediti dimenziju (prirodu, jedinice) veličine h u barometarskoj jednačini koja glasi: $p = p_0 \cdot e^{-M \cdot g \cdot h / R \cdot T}$, gde je M označena molarna masa, g ubrzanje Zemljine teže, R univerzalna gasna konstanta čija je jedinica J/K , a T temperatura.

Rešenje: h je po prirodi dužina.

Zadaci za samostalnu vežbu:

7. Primenom dimenzione analize odrediti da li jednačina za centralnu silu može da glasi $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$ ili $F = m \cdot \omega^2 / r$, gde je m označena masa, ω ugaona brzina, a r poluprečnik rotacije.

Rešenje: (Ispravan je oblik $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$)

8. Odrediti jedinicu koeficijenta viskoznosti (η) primenom jednačine za viskoznu silu $\frac{F}{S} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta x}$ u kojoj je F označena viskozna sila, S kontaktna površina, Δv priraštaj brzine, a Δx debljina sloja tečnosti.

Rešenje: $(\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$

Izražavanje veličina datih u jedinicama koje ne pripadaju SI

9. Izraziti jedinicu za ugao lučni stepen u SI.

Rešenje: $1^\circ = \pi/180 \text{ rad} \approx 0,017 \text{ rad}$.

10. Jedinice za dužinu britanskog sistema izraziti u jedinicama SI sistema.

Rešenje: $1'' = 2,54 \text{ cm}$, $1' = 12'' = 30,48 \text{ cm}$, $1 \text{ yd} = 3\text{ft} = 91,44 \text{ cm} = 0,9144 \text{ m}$, $1 \text{ mile} = 1760 \text{ yd} = 1609,344 \text{ m}$.

11. Jedinice za površinu cm^2 (kvadratni centimetar) i mm^2 (kvadratni milimetar) izraziti u jedinicama SI sistema.

Rešenje: $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$, $1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$.

12. Izraziti jedinice za zapreminu kubni centimetar, litar ($1l = 1 \text{ dm}^3$) i mililitar i u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$, $1l = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$, $1 \text{ ml} = 1 \text{ l} / 1000 = 10^{-3} \text{ m}^3 / 10^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$.

13. Jedinicu za brzinu km/h (kilometar na čas) izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ km/h} = 1 \cdot (10^3 \text{ m} / 3600 \text{ s}) = 1/3,6 \text{ m/s} \approx 0,277... \text{ m/s}$

14. Jedinicu za ugaonu brzinu ob/min (obrta u minuti) izraziti u SI.

Rešenje: $1 \text{ ob/min} = (2\pi \text{ rad}) / (60 \text{ s}) = \pi/30 \text{ rad/s}$.

15. Jedinicu za silu kilopond (kp) izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ kgm/s}^2 = 9,81 \text{ N}$.

16. Jedinicu za pritisak "tehnička atmosfera" (at) izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar}$.

17. Jedinice za pritisak "milimetar živinog stuba" (mmHg) i "fizička atmosfera" (atm) izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ mmHg} \approx 13600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 133 \text{ kg/ms}^2 = 133 \text{ Pa}$, $1 \text{ atm} = 760 \cdot \text{mmHg} \approx 101300 \text{ Pa} = 1,013 \text{ bar}$

18. Jedinicu za gustinu CGS sistema g/cm^3 izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \cdot (10^{-3} \text{ kg}) / (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-3} / 10^{-6} \text{ kg/m}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

19. Jedinicu za silu CGS sistema din (oznaka dyn) izraziti u SI sistemu.

Rešenje: $1 \text{ dyn} = 1 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm/s}^2 = 10^{-3} \text{ kg} \cdot (10^{-2} \text{ m})/\text{s}^2 = 10^{-5} \text{ kgm/s}^2 = 10^{-5} \text{ N} = 10 \mu\text{N}$.

20. Jedinicu za rad i energiju CGS sistema erg (oznaka erg) izraziti u SI sistemu.

Rešenje: $1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot 1 \text{ cm} = 10^{-5} \text{ N} \cdot 10^{-2} \text{ m} = 10^{-7} \text{ Nm} = 10^{-7} \text{ J} = 0,1 \mu\text{J}$.

21. Jedinice za energiju eV (elektronvolt) i kWh (kilovatčas) izraziti u SI.

Rešenje: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \text{ V} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ kWh} = 10^3 \cdot 1 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

22. Jedinicu za snagu "konjska snaga" (KS, engleski HP) izraziti u SI.

Rešenje: $1 \text{ KS} \approx \frac{75 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 735 \text{ W}$.

23. Temperaturu od 17°C izraziti u jedinicama SI.

Rešenje: $17^\circ\text{C} = (17+273,16) \text{ K} = 290,16 \text{ K}$.

24. Temperatura na početku letnjeg dana iznosi 20°C , a u podne 34°C . Izraziti porast temperature u kelvinima.

Rešenje: $\Delta T = (34^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 14^\circ\text{C} = (307,16^\circ\text{K} - 293,16^\circ\text{K}) = 14 \text{ K}$.

Zadaci za samostalnu vežbu

25. Izraziti u jedinicama SI:

a) 45° , 90° , 180° , 360° , 36° , 144°

b) 2 inča, 4 inča, 20 inča, 25 inča, 40 inča

c) 10 mm^2 , 10 cm^2 , 10 dm^2

d) 20 mm^3 , 20 cm^3 , 20 dm^3 , 20 ml, 20 l

Rešenja:

a) $\pi/4 \text{ rad}$, $\pi/2 \text{ rad}$, $\pi \text{ rad}$, $\pi/5 \text{ rad}$, $4\pi/5 \text{ rad}$

b) 5,08 cm, 10,16 cm, 50,8 cm, 63,5 cm, 101,6 cm

c) 10^{-5} m^2 , 10^{-3} m^2 , $0,01 \text{ m}^2$

d) $2 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3$, $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$, $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$, $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$, $2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$

26. Izraziti u jedinicama SI:

a) 36 km/h, 54 km/h, 72 km/h, 90 km/h, 108 km/h, 144 km/h

b) 30 ob/min, 60 ob/min, 2400 ob/min, 12000 ob/min

Rešenja:

a) 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s, 25 m/s, 30 m/s

b) π rad/s, 2π rad/s, 80π rad/s, 400π rad/s

27. Izraziti u jedinicama SI:

a) 100 kp, 200 kp, 500 kp

b) 100 dyn, 1 kdyn, 1 Mdyn

Rešenja:

a) 0,981 kN, 1,962 kN, 4,905 kN

b) 1 mN, 10 mN, 10 N

28. Izraziti u jedinicama SI:

a) 50 kWh, 100 kWh, 2000 kWh

b) 5 eV, 1 keV, 1 MeV, 1 GeV

c) 5 erg, 1 kerg, 1 Merg, 1 Gerg

Rešenja:

a) 180 MJ, 360 MJ, 7,2 GJ

b) $8 \cdot 10^{-19}$ J, $1,6 \cdot 10^{-16}$ J, 0,16 pJ, 0,16 nJ

c) 0,5 μ J, 0,1 mJ, 0,1 J, 0,1 kJ

29. Izraziti u jedinicama SI:

a) 60 KS, 90 KS, 1200 KS

b) 7,3 g/cm³, 11,2 g/cm³, 0,75 g/cm³

Rešenja:

a) 45 kW, 67,5 kW, 900 kW

b) 7300 kg/m³, 11200 kg/m³, 750 kg/m³

30. Izraziti jedinicama SI:

a) 200 N/mm², 20 kN/cm², 20 daN/mm²

b) 2 at, 2 atm, 10 at, 10 atm

c) 20 mmHg, 750 mmHg, 960 mmHg

Rešenja:

a) 0,2 GPa, 0,2 GPa, 0,2 GPa

b) 1,962 bar, 2,026 bar, 9,81 bar, 10,13 bar

c) 2,66 kPa, 0,998 bar, 1,277 bar

31. Preračunati u jedinice SI:

a) temperature 100°C, 17°C, 27°C

b) temperaturske razlike 100°C, 17°C, 27°C

Rešenja:

a) 373 K, 290 K, 300 K

b) 100 K, 17 K, 27 K

Izražavanje rezultata merenja

32. Merenjem lenjirom je određeno da je dužina krede između 39 mm i 40 mm, a dužina olovke između 76 mm i 77 mm. Odrediti dužinu koju imaju kreda i olovka zajedno.

Rešenje: $L = (116 \pm 1)$ mm

33. Merenjem lenjirom je određeno da je dužina krede između 39 mm i 40 mm, a dužina olovke između 76 mm i 77 mm. Odrediti za koliko je olovka duža od krede.

Rešenje: $d = (38 \pm 1)$ mm

34. U proizvodnji se dobijaju kutije šibica debljine 25 ± 2 mm. Odrediti debljinu pakovanja koje sadrži pet kutija šibica naslaganih jedna na drugu.
Rešenje: $d = (125 \pm 10)$ mm
35. Na osnovu rezultata merenja stranica paralelograma $a = (10,0 \pm 0,1)$ cm i $b = (4,0 \pm 0,1)$ cm izračunati njegovu površinu.
Rešenje: $P = (40,0 \pm 1,5) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
36. Odrediti gustinu materijala od koga je načinjen valjak visine $h = (10,0 \pm 0,1)$ cm i poluprečnika $r = (5,0 \pm 0,1)$ cm, ako je merenjem utvrđeno da je njegova masa $m = (8,000 \pm 0,005)$ kg.
Rešenje: $\rho = (101 \pm 6) \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$.
37. Izračunati površinu trapeza čije ako su merenjem određene dužine osnovica $a = (10,0 \pm 0,1)$ cm i $b = (4,0 \pm 0,1)$ cm i visina $h = (5,0 \pm 0,1)$ cm.
Rešenje: $P = (3,50 \pm 0,15) \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$.
38. Iz lista papira oblika pravougaonika isečen je kvadrat, a zatim je lenjirom sa milimetarskom podelom je izvršeno merenje njihovih dimenzija. Ako su dužine stranica pravougaonika 210 mm i 297 mm, a dužina stranice kvadrata iznosi 105 mm, odrediti površinu ostatka papira.
Rešenje: $P = (5,3 \pm 0,4) \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$.
39. Odrediti vrednost, apsolutnu i relativnu grešku u izrazima za veličinu x , ako su poznate veličine a , b , c i d date vrednostima i apsolutnom greškom: $a = (0,40 \pm 0,01)$ m, $b = (4,0 \pm 0,1)$ J, $c = 3,0 \pm 0,05$ N, $d = 100 \pm 10$ mm.
- a) $x = a - 3d$ Rešenje: (10 ± 5) cm
- b) $x = \frac{a^2 c}{b}$ Rešenje: $(0,12 \pm 0,08)$ m
- c) $x = ac + b$ Rešenje: $(5,20 \pm 0,15)$ J

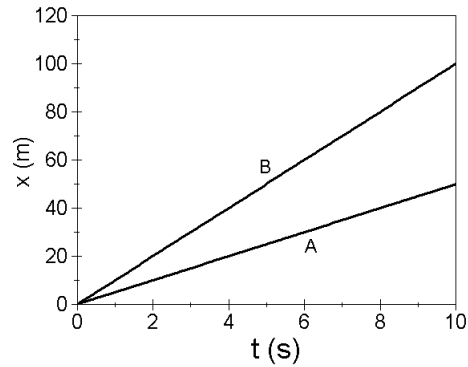
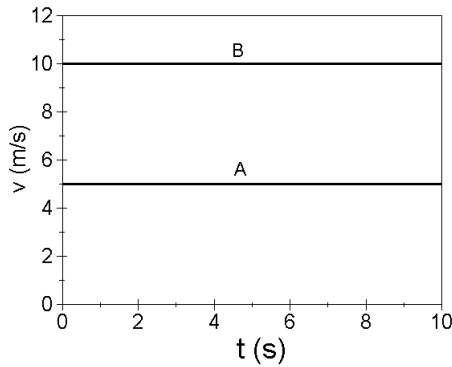
Zadaci za samostalnu vežbu

40. Odrediti poluprečnik lopte ako je merenjem određeno da njena zapremina iznosi $V = (125 \pm 1)$ cm³.
Rešenje: $r = (3,102 \pm 0,008) \cdot 10^{-2}$ m
41. Odrediti površinu ploče koja je izrađena tako što je u pravougaone ploče stranica $a = (21,2 \pm 0,1)$ cm i $b = (12,1 \pm 0,1)$ cm izrezan kružni otvor poluprečnika $r = (7,0 \pm 0,1)$ cm.
Rešenje: $P = (103 \pm 8) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
42. Odrediti modul torzije žice na osnovu formule $G = (2 \cdot l \cdot c) / (\pi \cdot r^4)$ ako je izmereno: $l = (522 \pm 1)$ mm, $r = (0,51 \pm 0,02)$ mm i izračunavanjem određeno $c = 5,9 \cdot 10^{-3}$ Nm/rad sa relativnom greškom $\delta c = 2\%$.
Rešenje: $G = (29 \pm 6)$ GPa
43. Iz parčeta drveta oblika kruga prečnika 100 mm isečen je komad oblika kruga prečnika 90 mm. Ako je merenje obavljeno lenjirom sa milimetarskom podelom, odrediti površinu ostatka drveta.
Rešenje: $P = (1,49 \pm 0,15) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Fizički koncepti

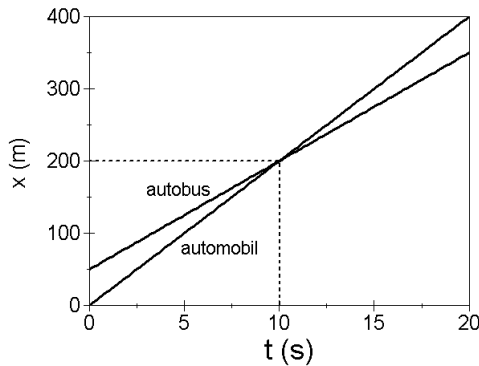
Pravolinijsko kretanje

44. Materijalne tačke A i B polaze sa istog mesta iz mirovanja i kreću se ravnomerno pravolinijski u istom smeru, pri čemu se tačka A kreće brzinom od 5 m/s, a tačka B brzinom od 10 m/s. Nacrtati grafikone brzine i položaja u zavisnosti od vremena tokom deset sekundi.



Rešenje:

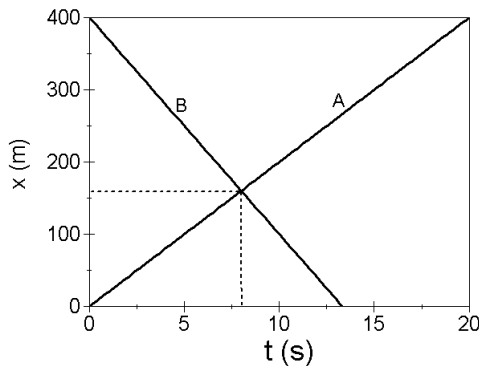
45. Automobil se u početnom trenutku nalazi na početku pravca dužine 300 m i kreće se brzinom od 72 km/h. U tom trenutku se autobus nalazi 50 m od početka pravca i kreće se brzinom 54 km/h u istom smeru. Nacrtati grafikone položaja automobila i autobusa i odrediti trenutak i mesto kada će automobil da sustigne autobus.



Rešenje:

$$t=10s, x_S=200m$$

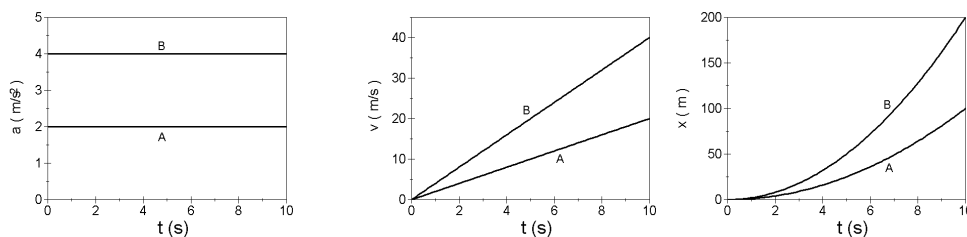
46. Automobil A naiđe na početak pravca dužine 400 m brzinom od 72 km/h. U tom trenutku, na drugom kraju pravca pojavi se automobil B koji se kreće u suprotnom smeru brzinom 108 km/h. Nacrtati grafikone položaja ovih automobila i odrediti trenutak i mesto kada će automobili da se sretnu



Rešenje:

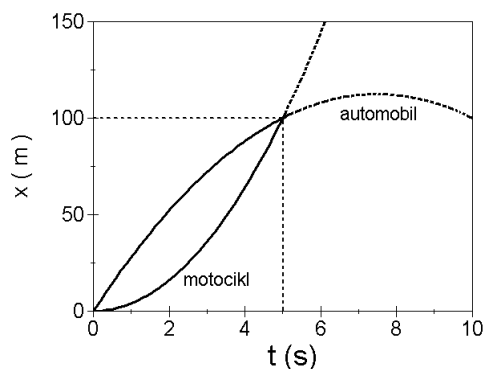
$$t_S=8s, x_S=160m$$

47. Materijalne tačke A i B polaze iz mirovanja i kreću se ravnomerno ubrzano, pri čemu se tačka A kreće ubrzanjem od 2 m/s^2 , a tačka B ubrzanjem od 4 m/s^2 . Nacrtati grafikone ubrzanja, brzine i položaja u zavisnosti od vremena tokom deset sekundi.



Rešenje:

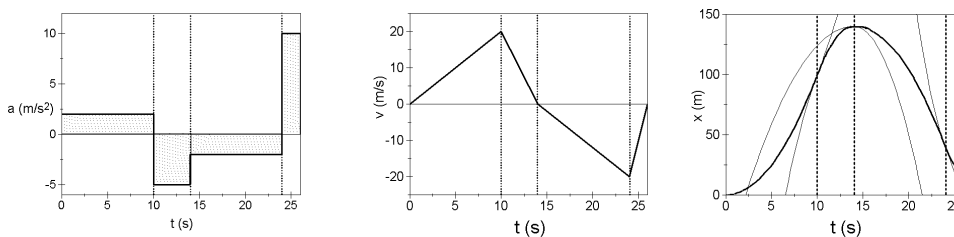
48. Pored policajca na motociklu koji stojeći osmatra saobraćaj projuri automobil brzinom 108 km/h . Policajac upali sirenu i istog trenutka da gas ubrzavajući motocikl ubrzanjem 8 m/s^2 . Vozač odmah počne da koči usporavajući ubrzanjem intenziteta 4 m/s^2 . Ako se motocikl i automobil kreću po pravcu, nacrtati njihove grafikone položaja i odrediti vreme potrebno da policajac stigne automobil.



Rešenje:

$$t_s = 5 \text{ s}$$

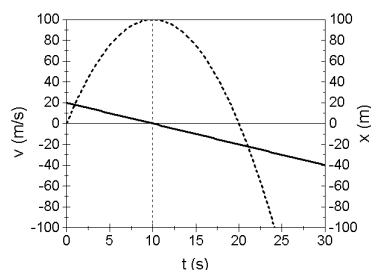
49. Radi provere ispravnosti automehaničar izveze automobil iz garaže na probni pravac i krene ubrzanjem od 2 m/s^2 . Nakon deset sekundi, on započne kočenje sa usporenjem 5 m/s^2 . Odmah po zaustavljanju, on krene unazad ubrzanjem od 2 m/s^2 , i nakon deset sekundi ponovo koči sa usporenjem 10 m/s^2 do zaustavljanja. Nacrtati grafikone ubrzanja, brzine, pomeraja i pređenog put automobila.



Rešenje:

Zadaci za samostalnu vežbu

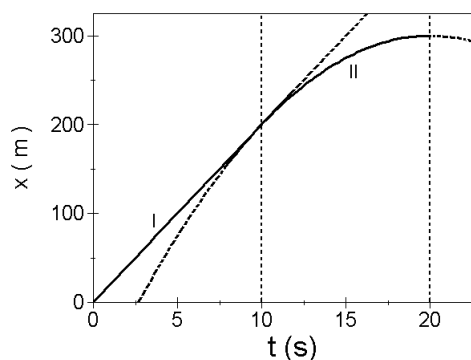
50. Položaj neke materijalne tačke koja se kreće pravolinijski je opisan jednačinom $x = 2\alpha t - \beta t^2$ u kojoj α i β predstavljaju konstante koje imaju vrednosti $\alpha = 10 \text{ m/s}$ i $\beta = 1 \text{ m/s}^2$, a t vreme proteklo od početka kretanja. Nacrtati grafikone položaja i brzine ove materijalne tačke, i odrediti njeno ubrzanje.



Rešenje:

$$a = -\beta = -1 \text{ m/s}^2$$

51. Dobri tata vozi automobil ravnomerno (i pravolinijski) brzinom od 72 km/h, a nevaljalo dete ravnomerno (i neprestano) pije sok. Deset sekundi nakon početka posmatranja, nevaljalo dete zatraži od tate da stane. Dobri tata koči usporenjem od samo 2 m/s² do zaustavljanja. Nacrtati grafikon položaja automobila i odrediti zaustavni put automobila.



Rešenje:

$$t_s = 5 \text{ s}$$

52. Pokazati da pri kretanju konstantnim ubrzanjem važi relacija $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s$ gde je v_0 početna brzina tela (brzina tela u trenutku $t=0$), a ubrzanje tela, s pređeni put a v brzina koju telo ima na kraju puta s .
53. Usled magle se preglednost smanji na 100 m. Ako maksimalno usporenje vozila iznosi 2,5 m/s², odrediti maksimalnu brzinu kojom se ono može kretati tako da vozač kočenjem izbegne sudar sa preprekom koja miruje.

$$\text{Rešenje: } v_0 = \sqrt{-2as} = 22,3 \text{ m/s} = 80,5 \text{ km/h}$$

54. "Psihičkom sekundom" se naziva vreme koje protekne između početka neke pojave i trenutka kada čovek reaguje na nju. To vreme prosečno iznosi oko pola sekunde. U slučaju kočenja automobila, potrebno je još oko polovine sekunde da se u punoj meri aktivira kočioni sistem. Uračunavajući psihičku sekundu, odrediti maksimalnu brzinu kojom se vozilo može kretati pri vidljivosti od 100 m, ako se pretpostavi da je maksimalno usporenje vozila 2,5 m/s².

$$\text{Rešenje: } v_{0,2} = a \cdot \Delta t \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{2s}{a \cdot \Delta t^2}} \right) = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$$

55. Kamen pušten iz ruke pada ubrzanjem od 9,81 m/s². Ako je ruka na visini od 1,5 m, odrediti brzinu kojom kamen pada na Zemlju.

$$\text{Rešenje: } 5,42 \text{ m/s}$$

56. Radi određivanja dubine ponora, kamen se pusti da padne u njega. Zvuk udarca o tlo se čuje 6 sekundi nakon puštanja kamena. Ako je brzina zvuka u vazduhu 340 m/s, odrediti dubinu ponora zanemarujući otpor vazduha?

$$\text{Rešenje: } 150 \text{ m}$$

57. Koliki put pređe kamen koji pada u ponor u prethodnom zadatku tokom treće sekunde leta?

$$\text{Rešenje: } 24,5 \text{ m}$$

58. Vozač "juga" kaže vozaču "fiće" da će mu dati 100 metara prednosti u pravolinijskoj trci. Ako se pretpostavi da automobili ubrzavaju ravnomerno do maksimalne brzine, da je "fići" potrebno 25 sekundi a "jugu" 20 sekundi da ubrzaju od 0 do 100 km/h, odrediti kolika mora da bude najmanja dužina staze da bi vozač "juga" pobedio.

$$\text{Rešenje: } 500 \text{ m}$$

59. Posle trke, vozač "fiće" se požali da nije stigao da tokom trke razvije maksimalnu brzinu i zatraži prednost od 200 m na startu trke. Ako je najveća brzina "fiće" 110 km/h a "juga" 140 km/h, kolika može da bude dužina staze da bi i ovoga puta pobedio "juga"?

$$\text{Rešenje: } 970 \text{ m}$$

Njutnovi zakoni

60. Na materijalnu tačku mase $0,1 \text{ kg}$, tokom vremena deluje konstantna sila intenziteta $0,5 \text{ N}$ sa pravcem x -ose, usmerena u njenom pozitivnom smeru. Ako se ta materijalna tačka u početnom trenutku posmatranja nalazila u položaju $x_0 = 2 \text{ m}$ i imala brzinu 3 m/s u pravcu x -ose usmerenu u njenom pozitivnom smeru, odrediti položaj i brzinu te materijalne tačke 10 s pre i nakon početnog trenutka.

Rešenje: $v(t = 10 \text{ s}) = 53 \text{ m/s}$, a $v(t = -10 \text{ s}) = -47 \text{ m/s}$, $x(t = 10 \text{ s}) = +282 \text{ m}$, a $x(t = -10 \text{ s}) = +222 \text{ m}$.

61. Na materijalnu tačku mase 2 kg , tokom vremena deluje konstantna sila intenziteta 4 N sa pravcem y -ose, usmerena u njenom pozitivnom smeru. Ako se ta materijalna tačka u početnom trenutku posmatranja nalazila u koordinatnom početku i imala brzinu od 5 m/s u pravcu x -ose usmerenu u njenom pozitivnom smeru, odrediti putanju tela nakon početnog trenutka.

Rešenje: Putanja materijalne tačke je parabola $y = x^2/25$

62. Automobil ukupne mase (sa putnicima i prtljagom) 1000 kg se ravnomerno kreće po pravom putu brzinom od 72 km/h . Kolika je rezultantna sila koja deluje njega?

Rešenje: $F=0$

63. Položaj materijalne tačke mase $m = 75 \text{ g}$ opisuje se relacijom $\vec{r}(t) = (A \cdot t^2, B \cdot t, C)$ gde su A , B i C konstante koje iznose $A = 2 \text{ m/s}^2$, $B = 5 \text{ m/s}$ i $C = 12 \text{ m}$. Odrediti silu koja deluje na tačku u trenutku $t = 5 \text{ s}$.

Rešenje: $\vec{F}(t = 5 \text{ s}) = (3 \text{ N}, 0, 0)$.

Zadaci za samostalno rešavanje

64. Telo mase $m = 2 \text{ kg}$ kreće se duž x -ose brzinom $v_x = 25 \text{ m/s}$. U trenutku $t = 0 \text{ s}$ na telo počinje da deluje sila intenziteta $F = 10 \text{ N}$ usmerena duž y -ose. Naći intenzitet brzine u trenutku $t = 7 \text{ s}$.

Rešenje: 43 m/s

65. Materijalna tačka mase $0,2 \text{ kg}$ u početnom trenutku ima brzinu intenziteta 2 m/s usmerenu u pravcu severa. Tokom kretanja na nju deluje sila intenziteta $1,2 \text{ N}$ koja ima pravac zapada. Odrediti ugao koji pravac kretanja te tačke zaklapa sa pravcem severa 3 s nakon početnog trenutka posmatranja.

Rešenje: $\alpha = 83,6^\circ$ (Savet: Odrediti projekcije brzine u pravcu severa i zapada)

66. Materijalna tačka mase $m = 400 \text{ g}$ u trenutku $t = 0 \text{ s}$ ima brzinu $\vec{v} = (3, 5, 0) \text{ m/s}$ i na njega deluje vremenski konstantna sila $\vec{F} = (2, 0, 4) \text{ N}$. Odrediti intenzitet brzine u trenutku $t = 2 \text{ s}$.

Rešenje: $v(t = 2 \text{ s}) = \approx 24,4 \text{ m/s}$.

67. Materijalna tačka mase $0,2 \text{ kg}$ se nalazi u koordinatnom početku u početnom trenutku posmatranja i ima početnu brzinu $(10 \text{ m/s}, 10 \text{ m/s}, 0)$. Na nju deluje sila $(6 \text{ N}, 4 \text{ N}, 2 \text{ N})$. Odrediti rastojanje između materijalne tačke i koordinatno početka 3 s nakon početka kretanja.

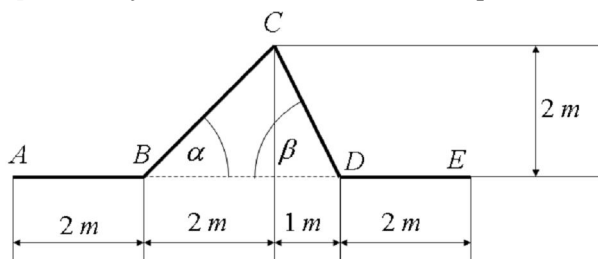
Rešenje: $r \approx 209 \text{ m}$

Rad i energija

68. Telo oblika paralelepipeda može da klizi po horizontalnoj podlozi pri čemu na njega deluje sila trenja intenziteta $F_{tr} = 2 \text{ N}$. Telo se povlači konopcem silom intenziteta $T = 20 \text{ N}$ pod uglom od $\alpha = 60^\circ$ stepeni u odnosu na podlogu i pređe put $s = 2 \text{ m}$. Odrediti koliki rad izvrše vučna sila F , sila trenja, sila normalne reakcije i sila Zemljine teže. Kolika je promena kinetičke energije tog tela?

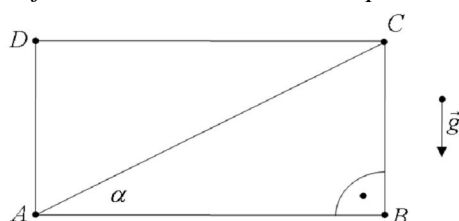
Rešenje: $A_T = +20 \text{ J}$, $A_{tr} = -10 \text{ J}$, $A_N = 0$, $A_Q = 0$

69. Na telo mase 2 kg, koje može da se kreće bez trenja po putanji između tačaka A i E prikazanih na slici, deluje vučna sila horizontalnog pravca intenziteta $T = 10 \text{ N}$. Odrediti radove sila koje deluju na ovo telo pri kretanju između tačaka A i E, kao i promenu kinetičke energije ovog tela.



Rešenje: $\Delta W_{AE} = \Delta W_{AB} + \Delta W_{BC} + \Delta W_{CD} + \Delta W_{DE} = +50 \text{ N}$

70. Pokazati da su radovi sile Zemljine teže po putanjama A-B-C i A-C, koje leže u vertikalnoj ravni u blizini površine Zemlje, međusobno jednaki, kao i da je rad sile Zemljine teže po zatvorenim putanjama A-B-C-D-A i A-B-C-A prikazanim na slici jednak nuli.



71. Pokazati na primeru klizanja tela po horizontalnoj podlozi da sila trenja nije konzervativna sila, odnosno da njen rad po nekoj zatvorenoj putanji nije jednak nuli.
72. Telo mase 4 kg koje miruje može da se bez trenja kreće po horizontalnoj podlozi. Na to telo počne da deluje deluje sila horizontalnog pravca intenziteta 12 N. Odrediti srednju snagu te sile tokom prvih deset sekundi kretanja i trenutnu snagu te sile deset sekundi nakon početka kretanja.

Rešenje: $P_{sr} = 180 \text{ W}$, $P_{tr} = 360 \text{ W}$

Zadaci za samostalno rešavanje

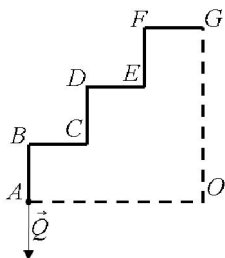
73. Pokazati da je rad elastične sile kojom opruga deluje na telo koje je deformiše jednak nuli po bilo kojoj zatvorenoj pravolinijskoj putanji.
74. Pokazati da je promena elastične potencijalne energije opruge pri sabijanju ili istezanju za iznos x data izrazom $\Delta \Pi = 1 \cdot kx^2$, u kome Π predstavlja tu potencijalnu energiju, a k -konstantu elastičnosti opruge.
75. Telo mase 0,5 kg može da kliza niz strmu ravan nagiba 30° i visine 2 m, pri čemu na njega deluje sila trenja intenziteta 1 N. Izračunavanjem brzine i položaja tela odrediti promenu kinetičke energije, rad sile trenja i promenu gravitacione potencijalne energije pri spuštanju tela sa vrha na dno ove strme ravni. Usvojiti da je ubrzanje Zemljine teže približno 10 m/s^2 .

Rešenje: $\Delta W = 6 \text{ J}$, $\Delta A_{tr} = -4 \text{ J}$, $\Delta \Pi = -10 \text{ J}$

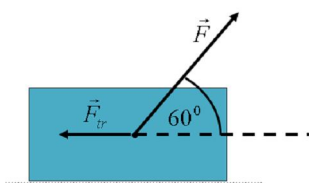
76. Kamen mase 20 g pušten je da slobodno pada bez početne brzine. Određivanjem brzine kamena i rada sile Zemljine teže odrediti promenu kinetičke energije i promenu gravitacione potencijalne energije tokom prve dve sekunde pada. Usvojiti da je ubrzanje Zemljine teže približno 10 m/s^2 .

Rešenje: $\Delta W = 4 \text{ J}$, $\Delta \Pi = -4 \text{ J}$

77. Pokazati da je rad sile Zemljine teže po stepenastoj putanji između tačaka A i G prikazan na slici, jednak radu sile Zemljine teže po putanji A-O-G. Odsečki AB, CD i EF su vertikalnog, a BC, DE i FG horizontalnog pravca.



78. Telo mase 2 kg može da kliza po horizontalnoj podlozi, pri čemu na njega deluje sila trenja intenziteta 0,5 N. U početnom trenutku telo miruje na podlozi, a na njega počne da deluje vučna sila intenziteta 5 N, koja zaklapa sa podlogom ugao od 60° , kako je to prikazano na slici. Odrediti snagu vučne sile F i sile trenja dve sekunde nakon početka delovanja sile.



Rešenje: $P_F = 5 \text{ W}$, $P_{tr} = -1 \text{ W}$

Zakoni održanja

79. Plastelinska kuglica mase 20 g se baci u horizontalnom pravcu brzinom od 10 m/s i zalepi se na kolica mase 80 g koja pre udara miruju. Nakon udara, kolica nastave da se kreću po horizontalnoj podlozi pri čemu na njih deluje sila trenja intenziteta 0,2 N. Odrediti:

- Početnu brzinu kuglice nakon udara (2 m/s)
- Ubrzanje kolica tokom kretanja (-2 m/s^2)
- Rad sile trenja tokom kretanja (0,2 J)
- Put koji kolica pređu do zaustavljanja (1 m)
- Deo kinetičke energije koji se tokom sudara pretvorio u druge vidove energije (-0,8 J)

80. Po horizontalnoj podlozi kliza telo mase $m_1 = 100 \text{ g}$ brzinom $v_1' = 10 \text{ m/s}$ i udara bočno u telo mase $m_2 = 400 \text{ g}$ koje miruje. Nakon sudara, telo manje mase se odbija pod uglom od 150° u odnosu na početni pravac i nastavlja da se kreće brzinom od $v_1'' = 4 \text{ m/s}$. Odrediti:

- Ukupnu količinu kretanja pre sudara u odnosu na podlogu ($\{1,0\} \text{ kgm/s}$)
- Količinu kretanja drugog tela nakon sudara ($\{1,35; -0,2\} \text{ kgm/s}$)
- Brzinu kretanja teže lopte nakon sudara ($\{3,37; -0,5\} \text{ m/s}$)
- Kinetičku energiju pretvorenu u druge vidove tokom sudara (-1,88 J)

81. Sa brda visine 20 m baci se kamen mase 200 g brzinom 10 m/s u horizontalnom pravcu, koji padne u podnožje brda. Ako se otpor sredine može zanemariti, odrediti:

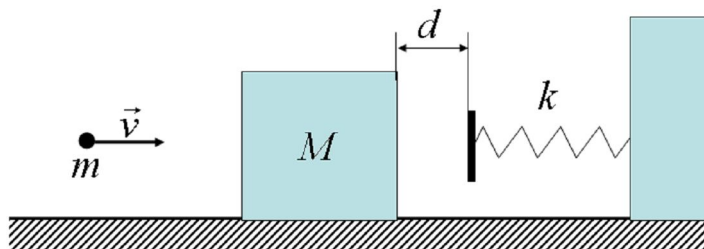
- Početnu kinetičku energiju kamena (10 J)
- Smanjenje gravitacione potencijalne energije tokom leta (-39,2 J)
- Brzinu kamena u trenutku pada (22,2 m/s)

82. Horizontalna opruga male mase i konstante elastičnosti 20 N/m je sabijena tegom mase 0,5 kg između tega i zida za koji je vezana (vidi sliku), a zatim je teg pušten. Ako skraćenje opruge pri sabijanju iznosi $x = 10 \text{ cm}$, a koeficijent trenja između podloge i tega iznosi 0,1 odrediti:

- Potencijalnu energiju sabijene opruge (0,1 J)
- Rad sile trenja pri vraćanju opruge u ravnotežni položaj (0,05 J)
- Kinetičku energiju tega u trenutku vraćanja opruge u rav. položaj (0,05 J)
- Put koji teg pređe nakon odvajanja od opruge (0,1 m)

Zadaci za samostalno rešavanje

83. Metak mase 1 g udara brzinom horizontalnog pravca i intenziteta 200 m/s u blok mase 999 g koji miruje na ravnoj horizontalnoj podlozi. Nakon udara blok prelazi put od 1 dm. Odrediti:
- Brzinu kojom blok kreće neposredno nakon udara (0,2 m/s)
 - Deo kinetičke energije koji se pretvori u toplotu tokom udara (19,98 J)
 - Rad koji sile trenja izvrše od sudara do zaustavljanja bloka (-0,02 J)
 - Silu trenja koja deluje na blok tokom zaustavljanja (-0,2 N)
84. Opruga krutosti 104 N/m sabijena je kockom mase 200 g tako da njeno skraćenje iznosi 2 dm. Nakon otpuštanja, kocka kliza po horizontalnoj podlozi sa koeficijentom trenja 0,05 i nakon pređenog puta od 2 m se centralno elastično sudara sa tegom. Odrediti:
- Potencijalnu energiju sabijene opruge (-0,0208J)
 - Rad sile trenja (-0,0196 J)
 - Brzinu kojom kocka udara u teg (0,109 m/s)
85. Metak mase 1 g udara brzinom horizontalnog pravca i intenziteta 500 m/s u blok mase 499 g koji miruje na ravnoj horizontalnoj podlozi po kojoj može da kliza sa koeficijentom trenja 0,05. Na rastojanju od 10 cm od bloka se nalazi opruga krutosti 100 N/m koju blok sabija posle udara, i od nje se odbije. Odrediti:
- Brzinu kojom blok kreće neposredno nakon udara (1 m/s)
 - Kinetičku energiju bloka neposredno nakon udara (0,25 J)
 - Deo kinetičke energije koji se pretvori u toplotu tokom udara (-124,75 J)
 - Silu trenja koja deluje na blok tokom zaustavljanja (-0,245 N)
 - Najveći iznos za koji blok sabije oprugu nakon udara (6,47 cm)
 - Brzinu koju blok ima u trenutku odvajanja od opruge (-0,88 m/s)



Hici

86. Stojeći na terasi visine 20 m, devojčica baci lopticu mase 50 g uvis brzinom od 5 m/s. Smatrajući da je $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ i da se otpor vazduha može zanemariti, odrediti:
- najveću visinu, u odnosu na tlo, na koju će loptica dospeti (21 m)
 - brzinu kojom loptica pada na tlo (21 m/s)
 - ukupno vreme leta loptice (2,6 s)
 - brzinu kuglice na visini od 10 metara iznad tla (15 m/s)
87. Dečak baci u horizontalnom pravcu kamen mase 20 g, sa vertikalne litice visoke 45 m, i on padne u more na rastojanju 60 m od obale. Usvajajući da je $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ i zanemarujući otpor sredine, odrediti:
- vreme leta kamena (3,0 s)
 - brzinu kojom je kamen izbačen (20 m/s)
 - kinetičku energiju kamena u trenutku pada (13 J)
 - ugao pod kojim kamen pada na površinu mora (-56°)
88. Đule mase 4 kg se ispali iz topa brzinom od 200 m/s pod uglom $\alpha = 30^\circ$ i padne na tlo na mestu koje je 20 m niže od topa. Usvajajući da je $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ i zanemarujući otpor sredine, odrediti:
- Početnu kinetičku energiju đuleta (80 kJ)
 - Brzinu đuleta na vrhu putanje (170 m/s)
 - Promenu potencijalne energije tokom leta đuleta (-0,8 kJ)

- d) Brzinu đuleta u trenutku pada (201 m/s)
 e) Ugao pod kojim đule pada na podlogu (30,5°)

Zadaci za samostalnu vežbu

89. Kamen se pusti da bez početne brzine padne sa visine od 20 m. Ako se otpor vazduha može zanemariti, odrediti brzinu kojom kamen udara o tle i vreme potrebno da kamen padne sa te visine.

Rešenje: $t_p \approx 2,02$ s

90. Sa površine Zemlje se baci kamen uvis brzinom od 30 m/s vertikalno uvis. Zanemarujući otpor sredine, odrediti visinu do koje će kamen dospeti i vreme potrebno da padne na Zemlju.

Rešenje: $H \approx 45,9$ m, $t_p \approx 6,12$ s

91. Dečak koji stoji na terasi visine $H = 10$ m ispruži ruku preko ograde i baci kamen vertikalno naviše brzinom od 5 m/s. Ako se zanemari otpor vazduha, odrediti vreme potrebno da kamen padne na Zemlju i put koji za to vreme pređe.

Rešenje: $t_{p1} \approx 2,02$ s i $s \approx 12,54$ m

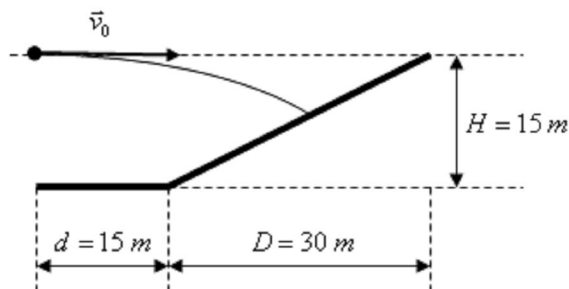
92. Sa visine $H = 20$ m se istovremeno naniže bace dva kamena, jedan bez početne brzine, a drugi početnom brzinom od $v_{02} = 5$ m/s. Zanemarujući otpor vazduha, odrediti razliku vremena leta ta dva kamena.

Rešenje: $\Delta t \approx 0,44$ s

93. Sa terase visine $H = 20$ m se baci kamen u horizontalnom pravcu brzinom od 5 m/s. Kamen leti iznad horizontalnog trga. Zanemarujući otpor vazduha, odrediti domet kamena.

Rešenje: $x_p - x_0 = 10,1$ m

94. Kamen se baci u horizontalnom pravcu brzinom od 20 m/s iznad podloge koja je prikazana na slici. Zanemarujući otpor vazduha, odrediti mesto na kome kamen udara u podlogu.



Rešenje: $x_A \approx 27,1$ m i $y_A \approx 6,05$ m

95. Hitac se izbaci u horizontalnom pravcu brzinom od 10 m/s sa visine od 45 m. Zanemarujući otpor vazduha, odrediti posle kog vremena pravac leta zaklapa ugao od 45° sa horizontalom.

Rešenje: $t_\alpha = v_0/g = 1,02$ s

96. Dečaci bacaju kamen na fudbalskom igralištu. Pomoću otvora kroz koji bacaju kamen obezbedili su da početni ugao iznosi između 30° i 45°. Ako je neki dečak bacio kamen na daljinu od $D = 40$ m, odrediti minimalnu i maksimalnu brzinu kojom je mogao biti bačen taj kamen. Otpor vazduha zanemariti.

Rešenje: $v_{0min} = 19,8$ m/s, $v_{0max} = 21,3$ m/s

97. Kamen se baci sa vrha brdašceta koje ima visinu od $H = 20$ m iznad okolne ravnice. Ako je kamen izbačen brzinom od $v_0 = 25$ m/s pod uglom od $\alpha = 30^\circ$ u odnosu na horizont, odrediti ugao pod kojim kamen pada na Zemlju, pretpostavljajući da se otpor vazduha može zanemariti.

Rešenje: $\alpha \approx 47^\circ$

98. Odrediti maksimalnu visinu (u odnosu na početnu tačku) kosog hica ispaljenog brzinom intenziteta v_0 pod uglom α u odnosu na horizontalu ako se može zanemariti otpor sredine.

Rešenje: $H = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha / 2g$

99. Dečak se nalazi na terasi na visini 10 m iznad površine Zemlje. Pokušavajući da mu dobaci lopticu, drug je baca vertikalno naviše. Pošto nije uspeo da je uhvati, loptica proleti pored terase dva puta u razmaku od 1 sekunde. Kolikom je brzinom drug bacio lopticu i do koje je najveće visine loptica doletela. Zanemariti otpor vazduha.

Rešenje: $v_0 \approx 14,3 \text{ m/s}$, $H \approx 11,2 \text{ m}$

100. Bedem u kraljevačkom parku na obali Ibra se nalazi na visini od 15 m iznad nivoa reke. Šetajući kroz taj park sa kolegicom, student poželi da je impresionira tako što će kamenom prebaciti reku (što verovatno i nije najbolji način). Ako je rastojanje do druge obale 60 m, odrediti najmanju brzinu kojom treba da baci kamen u horizontalnom pravcu da bi u tome uspeo. Zanemariti otpor sredine i proteste ribolovaca sa druge obale.

Rešenje: $v_0 \approx 34,3 \text{ m/s}$

101. Telo je izbačeno kosim hicem sa površine Zemlje tako da poluprečnik krivine u najvišoj tački iznosi $R = 16 \text{ m}$, a maksimalna visina $H = 50 \text{ m}$. Koliki je domet ovog hica na površini Zemlje.

Rešenje: $d \approx 56,6 \text{ m}$

Ravnomerno kružno kretanje

102. Kuglica mase 20 g se kreće ravnomerno kružno po kružnici poluprečnika 0,5 m tako da njena kinetička energija iznosi 1 J. Odrediti:

- a) Brzinu kuglice (10 m/s)
- b) Ugaonu brzinu kuglice (20 rad/s)
- c) Normalno ubrzanje kuglice (200 m/s²)
- d) Centralnu silu koja deluje na kuglicu (4 N)

103. Bubanž veš mašine se obrće ugaonom brzinom od 120 obrtaja u minuti. Po isključivanju, on se zaustavlja nakon 20 s. Odrediti broj obrtaja koje bubanj napravi do zaustavljanja.

Rešenje: $N = 20$ obrtaja

104. Automobil juri preko mosta lučnog oblika (scena poznata iz mnogih filmova). Vertikalni profil mosta na vrhu ima poluprečnik krivine $R = 50 \text{ m}$. Kolika treba da je minimalna brzina automobila da bi se auto na vrhu brega odvojio od podloge?

Rešenje: $v \approx 22,1 \text{ m/s} \approx 79,7 \text{ km/h}$

Zadaci za samostalnu vežbu

105. Odrediti normalno ubrzanje koje deluje na tela koja se nalaze na Ekvatoru, polovima i u Srbiji, ako se pretpostavi da je Zemlja približno ravna sfera poluprečnika 6370 km

Rešenje: $a_n \approx 0,024 \text{ m/s}^2$

106. Dečak zavrti kamen vezan za konopac ubrzavajući ga ravnomerno tokom 2 sekunde dok se on ne postavi u približno horizontalan položaj okrećući se brzinom od 3 obrtaja po sekundi. Odrediti broj obrtaja koji kamen napravi dok se konopac ne postavi u željeni položaj

Rešenje: $N = 3$

107. Obruč prečnika 50 cm rotira oko ose koja prolazi kroz njegov centar i normalna je na njegovu površinu tako da je brzina tačke na obruču u početnom trenutku 2,5 m/s. Obruč počne da ravnomerno usporava ugaonim ubrzanjem od 0,5 rad/s². Koliko će obrtaja napraviti obruč do zaustavljanja?

Rešenje: $N = 4$

108. Ringišpil ima krak dužine 5 m. Nakon uključivanja on ravnomerno ubrzava iz stanja mirovanja ugaonim ubrzanjem od 0,04 rad/s². Odrediti posle kog vremena će vektor ukupnog kružnog ubrzanja

deteta koje sedi u korpi na kraju kraka zaklapati uglove od po 45° sa normalnim i tangencijalnim ubrzanjem. Kolika će biti brzina deteta u tom trenutku?

Rešenje: $t = 5 \text{ s}$ i $v = 1 \text{ m/s}$

109. Odrediti ugaonu i periferijsku brzinu kojom se Zemlja okreće oko Sunca, ako se pretpostavi da je njeno kretanje kružno. Srednje rastojanje od Zemlje do Sunca iznosi oko 150 miliona kilometara, a godina traje približno 365 dana, 5 časova i 48 minuta.

Rešenje: $\omega \approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ rad/s}$, $v \approx 30 \text{ km/s}$

110. Zamajac mašine ima poluprečnik dužine 20 cm. Tokom rada on se okreće ugaonom brzinom od 450 ob/min. Mašina se isključi i ravnomerno usporava do zaustavljanja tokom 30 s. Odrediti ubrzanje i brzinu tačke na obodu zamajca 10 s nakon početka usporavanja.

Rešenje: $v \approx 6,28 \text{ m/s}$, $a \approx 197 \text{ m/s}^2$.

111. Bubanj veš mašine pri centrifugiranju iz mirovanja počinje da ubrzava ugaonim ubrzanjem $\pi \text{ rad/s}^2$. Odrediti koliko obrtaja napravi bubanj pre nego što dostigne brzinu obrtanja od 5 obrtaja u sekundi?

Rešenje: $N \approx 25$ obrtaja

112. Kolika centralna sila deluje na kuglicu mase $m = 50 \text{ g}$ ako kuglica vrši $\omega = 30 \text{ ob/min}$ krećući se po kružnici radijusa $R = 20 \text{ cm}$?

Rešenje: $F_c = 9,87 \cdot 10^{-2} \text{ N}$

113. Koliko bi trajao dan ("dan+noć") kada bi Zemlja obrtala tolikom brzinom da tela na Ekvatoru "lebde", odnosno ne pritiskaju podlogu?

Rešenje: $T \approx 1^h 24' 3s$

114. Teg mase 10 g obešen je o lak i neistegljiv konac dužine 50 cm koji je drugim krajem obešen o nosač. Teg se zavrti tako da počne da ravnomerno rotira u horizontalnoj ravni. Kolika sila zateže konac ako teg rotira brzinom od 1 obrtaja u sekundi?

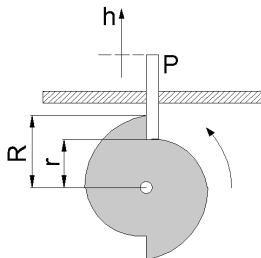
Rešenje: $T \approx 0,197 \text{ N}$

Periodična kretanja

115. Materijalna tačka se ravnomerno kružno kreće po putanji poluprečnika 2 m brzinom obrtanja od dva obrtaja u sekundi. Odrediti ugaonu brzinu, period, frekvencu i kružnu frekvencu ovog kretanja.

Rešenje: $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$, $T = 0,5 \text{ s}$, $f = 2\text{Hz}$, $\omega = 4\pi \text{ s}^{-1}$

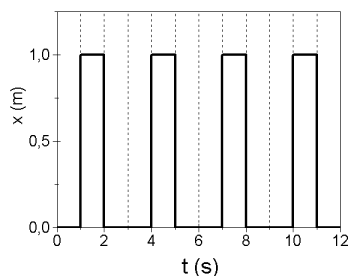
116. Slika šematski prikazuje deo mehanizma u kome se točkić okreće ugaonom brzinom Ω . Točkić je tako obrađen da se poluga P kreće naviše konstantnom brzinom. Nacrtati dijagram položaja vrha poluge P i odrediti period, frekvencu i kružnu frekvencu kretanja koje vrh poluge vrši.



Rešenje: $T = \pi/\Omega$, $f = \Omega/\pi$, $\omega = 2\Omega$

Zadaci za samostalnu vežbu

117. Dijagram prikazuje kretanje koje se naziva impulsnim. Odrediti period, frekvencu i kružnu frekvencu ovog kretanja.



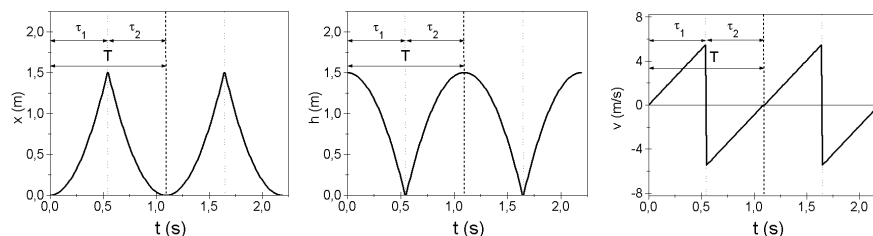
Rešenje: $T = 3 \text{ s}$, $f = 0,333 \text{ s}^{-1}$, $\omega = 2,094 \text{ s}^{-1}$.

118. Odrediti period, frekvencu i kružnu frekvencu smene dana i noći.

Rešenje: $T = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$, $f = 1,16 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$, $\omega = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$.

Oscilacije

119. Gumena lopta se ispusti bez početne brzine sa visine od 1,5 m. Ako se lopta idealno elastično odbija od podloge i ako se može zanemariti otpor sredine, onda lopta pada ubrzanjem $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, a penje se usporenjem $-g$. Nacrtati grafikone brzine i položaja lopte, odrediti period, frekvencu i kružnu frekvencu ovog kretanja..



Rešenje:

$f = 1/T = 1/2 \sqrt{2H/g} \approx 0,9 \text{ Hz}$, a kružna frekvencija iznosi $\omega = 2\pi f = 5,65 \text{ s}^{-1}$

120. Položaj tela koje harmonijski osciluje se može u SI sistemu predstaviti izrazom $x = 0,2 \cdot \sin(100 \cdot t)$. Odrediti frekvencu oscilovanja, najveću brzinu i najveće ubrzanje koje telo ima tokom kretanja.

Rešenje: $f = \omega/2\pi \approx 15,92 \text{ Hz}$; $v_{\max} = v_0 = \omega x_0 = 20 \text{ m/s}$; $a_{\max} = \omega^2 \cdot x_0 = 2000 \text{ m/s}^2$

121. Materijalne tačke A i B osciluju duž istog pravca sa jednakim amplitudama $A = 5 \text{ cm}$, jednakim frekvencama $f = 4 \text{ Hz}$, i u početnom trenutku nalaze se u ravnotežnom položaju sa tom razlikom da se telo A u početnom trenutku kreće u smeru suprotnom od tela B. Napisati jednačine oscilovanja tela A i B.

Rešenje: $x_A = 0,05 \cdot \sin(25,1 \cdot t)$ i $x_B = 0,05 \cdot \sin(25,1 \cdot t + \pi)$

122. Odrediti maksimalnu silu koja deluje na telo mase $m = 2 \text{ kg}$ koje osciluje po zakonu:

$$x(t) = 3 \cdot \sin(5 \cdot t + 3,2)$$

gde je x izraženo u metrima a t u sekundama.

Rešenje: $F_0 = 150 \text{ N}$

123. Odrediti izraz za period oscilovanja sistema koji se sastoji od tega mase m koji može da kliza po podlozi bez trenja vezanog za oprugu krutosti k zanemarljive mase koja je drugim krajem vezana za zid.

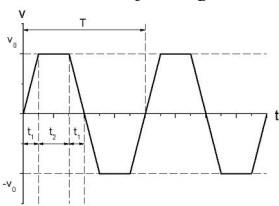
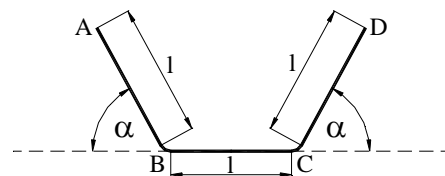
Rešenje: $T = 2\pi/\omega = 2\pi \cdot (m/k)^{1/2}$

124. Vagon mase m udara u zid na kraju koloseka. Odrediti vreme kontakta vagon-zid ako vagon ima dva odbojnika konstante elastičnosti k .

Rešenje: $t_K = \pi(m/2k)^{1/2}$

Zadaci za samostalnu vežbu

125. Mala kuglica se bez trenja pod dejstvom Zemljine teže kreće po podlozi čije su dimenzije i oblik prikazani na prikazan na slici. U početnom trenutku kuglica se nalazi u tački A i ima brzinu jednaku nuli. Prikazati dijagram zavisnosti brzine kuglice od vremena, odrediti vrstu kretanja i period kretanja kuglice.



Rešenje: Neharmonijsko

oscilovanje sa periodom $T = 5 \cdot (2 \cdot l \cdot g \cdot \sin(\alpha))^{1/2}$

126. Materijalna tačka A se kreće po kružnici konstantnom ugaonom brzinom ω . Odrediti kretanje projekcije te tačke na jedan od njenih prečnika.

Rešenje: $y_A = R \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$

127. Harmonijsko oscilovanje materijalne tačke opisano je jednačinom $x = 0,2 + 0,1 \cdot \sin(10 \cdot t + \pi/4)$. Odrediti period oscilovanja, najveće rastojanje materijalne tačke od koordinatnog početka, i prvi trenutak u kome će se materijalna tačka naći u tom položaju.

Rešenje: $T \approx 0,628$ s, $x_{\max} = 0,3$ m, $t_1 \approx 0,0785$ s.

128. Telo harmonijski osciluje duž x-ose sa ravnotežnim položajem u tački $a = 2$ cm. Amplituda oscilovanja je 5 cm, a period oscilovanja iznosi 2 s. Telo se u početnom trenutku nalazi u ravnotežnom položaju i kreće se u smeru suprotnom x-osi. Napisati zavisnost koordinate materijalne tačke x od vremena t .

Rešenje: $x(t) = 0,02 + 0,05 \cdot \sin(\pi \cdot t + \pi)$

129. Materijalna tačka osciluje duž x-ose oko koordinatnog početka frekvencom od 10 Hz sa amplitudom od 2 cm tako da se u početnom trenutku posmatranja telo nalazi u amplitudnom položaju na pozitivnom delu x-ose. Napisati jednačinu kretanja tela.

Rešenje: $x(t) = 0,02 \cdot \sin(10\pi \cdot t + \pi/2)$

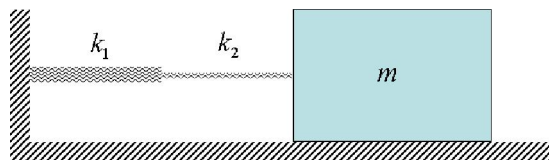
130. Materijalna tačka osciluje duž x-ose oko koordinatnog početka frekvencom od 10 Hz sa amplitudom od 2 cm tako da se u početnom trenutku posmatranja telo nalazi na polovini rastojanja od srednjeg položaja do amplitudnog položaja na pozitivnom delu x-ose i kreće se ka koordinatnom početku. Napisati jednačinu kretanja tela.

Rešenje: $x = 0,02 \cdot \sin(10\pi \cdot t + 5\pi/6)$

131. Kuglica mase $m = 10$ g harmonijski osciluje sa frekvencom $f = 4$ Hz i amplitudom $x_0 = 30$ cm. U početnom trenutku se telo nalazi u ravnotežnom položaju. Odrediti:

- | | |
|--|---------------|
| a) Period oscilovanja | (0,25 s) |
| b) Kružnu frekvencu oscilovanja | (8π rad) |
| c) Najveću brzinu kojom se kreće telo tokom oscilovanja | (7,54 m/s) |
| d) Najveću silu koja deluje na telo tokom oscilovanja | (0,24 N) |
| e) Energiju koju telo ima tokom oscilovanja | (0,103 J) |
| f) Kinetičku energiju koju telo ima na rastojanju 10 cm od rav. položaja | (0,092 J) |

132. Odrediti period oscilovanja sistema prikazanog na slici koji čine dve opruge zanemarljivih masa sa konstantama elastičnosti k_1 i k_2 , i teg mase m koji se po podlozi kreće sa zanemarljivim trenjem.



Rešenje: $(T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}})$

133. Sistem teg opruga u horizontalnom položaju osciluje sa periodom $T = 0,5$ s. Naći ravnotežno izduženje opruge u vertikalnom položaju.

Rešenje: ($l \approx 6,21$ cm)

Sudari

134. Kugla mase $m_1 = 2$ kg kliza po podlozi brzinom od 3 m/s i centralno se sudara sa kuglom mase $m_2 = 4$ kg koja miruje. Odrediti:

- | | |
|---|------------------|
| a) Brzine kugli posle sudara, u odnosu na podlogu | (-1 m/s i 2 m/s) |
| b) Ukupnu količinu kretanja kugli nakon sudara | (6 kgm/s) |
| c) Kinetičke energije kugli posle sudara | (1 J i 8 J) |

135. Kugla mase $m_1 = 3$ kg kliza po podlozi brzinom od 3 m/s i centralno elastično se sudara sa kuglom mase $m_2 = 1$ kg koja se kreće brzinom od 3 m/s u suprotnom smeru. Odrediti:

- | | |
|---|----------------|
| a) Ukupnu količinu kretanja kugli pre sudara, u odnosu na podlogu | (6 kgm/s) |
| b) Brzine kugli pre sudara u odnosu na lakšu kuglu | (6 m/s, 0 m/s) |
| c) Ukupnu količinu kretanja kugli pre sudara, u odnosu na lakšu kuglu | (18 kgm/s) |
| d) Brzine kugli posle sudara, u odnosu na brzinu lakše kugle pre sudara | (3 m/s, 9 m/s) |
| e) Brzine kugli posle sudara, u odnosu na podlogu | (0 m/s, 6 m/s) |

136. Bilijarska kugla mase 200 g udara u kuglu iste mase i skreće sa svog pravca kretanja pod uglom od 45° u odnosu na početni pravac. Ako je početna brzina prve kugle 2 m/s, a druga kugla miruje, i ako se može smatrati da je sudar bilijarskih kugli približno elastičan, odrediti:

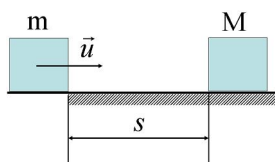
- | | |
|--|----------------|
| a) Količinu kretanja prve bilijarske kugle pre sudara | (0,4 kgm/s) |
| b) Kinetičku energiju prve bilijarske kugle pre sudara | (0,4 J) |
| c) Ugao pod kojim odlazi druga kugla nakon sudara | (45°) |
| d) Brzinu druge kugle nakon sudara | (1,41 m/s) |

Zadaci za samostalnu vežbu

137. Metak mase 1 g udara brzinom horizontalnog pravca i intenziteta 200 m/s u kocku mase 99 g koji miruje na ravnoj horizontalnoj podlozi. Nakon udara blok klizajući prelazi put od 1 m. Odrediti:

- | | |
|--|----------|
| a) Brzinu kojom blok kreće neposredno nakon udara | (2 m/s) |
| b) Deo kinetičke energije koji se pretvori u toplotu tokom udara | (19,8 J) |
| c) Rad koji sile trenja izvrše od sudara do zaustavljanja bloka | (-0,2 J) |
| d) Silu trenja koja deluje na blok tokom zaustavljanja | (0,2 N) |
| e) Koeficijent trenja između bloka i podloge | (0,2) |

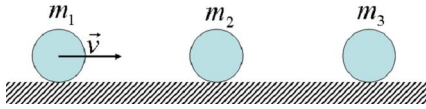
138. Metalna kocka mase $m = 2$ kg nailazi brzinom od $u = 6$ m/s na horizontalnu podlogu po kojoj kliza sa koeficijentom trenja $\mu = 0,05$. Nakon pređenog puta $s = 10$ m, kocka bočno udara u drugu metalnu kocku, mase $M = 6$ kg, koja miruje na toj podlozi (vidi sliku). Odrediti:



- | | |
|--|-----------|
| a) Rad sile trenja do sudara kocki | (-10 J) |
| b) Brzinu kocke mase m u neposredno pre sudara | (5,1 m/s) |

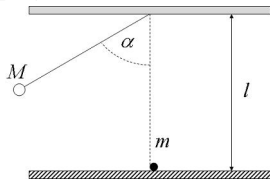
- c) Brzinu kocke mase M neposredno nakon sudara (7,5 m/s)
 d) Kinetičku energiju kocke mase m neposredno nakon sudara (6,25 J)

139. Kugla mase $m_1 = 8$ kg se kreće po glatkoj podlozi brzinom od $v_1 = 12$ m/s, i centralno elastično se sudara sa kuglom mase $m_2 = 4$ kg koja pre tog sudara miruje. Nakon sudara, druga kugla se centralno elastično sudara sa kuglom mase m_3 koja pre sudara takođe miruje. Odrediti:



- a) Količinu kretanja i kinetičku energiju prve kugle pre sudara (96 kgm/s; 576 J)
 b) Količinu kretanja i kinetičku energiju druge kugle nakon sudara (64 kgm/s; 512 J)
 c) Najveću masu koju treba da ima kugla mase m_3 da, nakon drugog sudara, kugla mase m_1 ne bi sustigla kuglu mase m_2 (2,4 kg)

140. Metalna kuglica mase $M = 20$ g se zakači za konac dužine $l = 50$ cm koji je drugim krajem zakačen za plafon. Konac se otkloni od vertikalne za ugao $\alpha = 60^\circ$ i zatim otpusti. Odrediti:



- a) Kinetičku energiju koju kuglica ima pri prolasku kroz vertikalni položaj (49 mJ)
 b) Brzinu koju kuglica ima pri prolasku kroz vertikalni položaj (2,21 m/s)
 c) Ukupnu silu koja deluje na kuglicu pri prolasku kroz vertikalni položaj (0,196 N)
 d) Silu kojom kuglica zateže konac pri prolasku kroz vertikalni položaj (0,392 N)
 U vertikalnom položaju kuglica elastično centralno udari u kliker mase $m = 10$ g koji miruje.
 Odrediti:
 e) Brzinu kojom **kuglica** nastavlja kretanje nakon udara u kliker (0,737 m/s)

Interakcije u prirodi

Gravitacione interakcije

141. Izračunati masu Zemlje, ako se za poluprečnik Zemlje uzme vrednost $R = 6370\text{km}$.

Rešenje: ($M_Z \approx 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$)

142. Radijusi Zemlje i Meseca su 6370 km i 1740 km , redom, a njihove mase se odnose kao $81:1$. Odrediti gravitaciono polje na površini Meseca (ubrzanje "mesečeve teže").

Rešenje: ($g_M \approx 1,62 \text{ m/s}^2$)

143. Odrediti rastojanje između Meseca i Zemlje ako se usvoji jedan mesec traje 28 dana.

Rešenje: ($r \approx 389 \cdot 10^3 \text{ km}$)

144. Odrediti odnos kinetičke i potencijalne energije satelita ako se za nulti nivo potencijalne energije uzme nivo u beskonačnosti.

Rešenje: ($W_{\text{pot}}/W_{\text{kin}} = -2$)

145. Veštački satelit mase 200 kg orbitira po kružnoj putanji visine 10000 km iznad površine Zemlje nadlećući Srbiju. Ako se Zemlja smatra loptom poluprečnika 6400 km , odrediti:

- a) Gravitacionu silu koja deluje na satelit (297 N)
- b) Brzinu satelita na orbiti (4,93 km/s)
- c) Period orbitiranja satelita (5,79 h)
- d) Koliko puta dnevno satelit nadleti Srbiju (3,14 puta)
- e) Kinetičku energiju koju treba predati satelitu pri postavljanju u orbitu (10 GJ)

Zadaci za samostalnu vežbu

146. Naći rastojanje od Zemljine površine, na kojem je težina tela dvostruko manja nego na površini Zemlje. Poluprečnik Zemlje $R = 6370\text{km}$.

Rešenje: ($h \approx 2640 \text{ km}$)

147. Naći period rotacije satelita (u minutima) koji kruži na visini 130 km iznad zemlje, ako se za poluprečnik Zemlje uzme vrednost $R = 6370\text{km}$.

Rešenje: ($T \approx 1\text{h } 27'$)

148. Ako se zna da je poluprečnik kružne orbite planete Neptuna oko Sunca 30 puta veći od poluprečnika orbite Zemlje (oko Sunca), odrediti period rotacije Neptuna, izražen u godinama.

Rešenje: ($T_N \approx 164 \text{ godina}$)

Elektromagnetske interakcije

149. U temenima pravouglog trougla sa stranicama 30 cm , 40 cm i 50 cm nalaze se tri istovetna naelektrisanja $q = 30 \text{ nC}$. Odrediti silu koja deluje na naelektrisanje u temenu pravog ugla kao i potencijalnu energiju sistema.

Rešenje: ($F \approx 103 \mu\text{N}$, $\Pi \approx 2110 \text{ J}$)

150. Krećući se duž x -ose brzinom od $5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$, u trenutku $t = 0$ elektron (masa elektrona $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) ulazi u homogeno električno polje intenziteta 100 V/m , koje ima smer y -ose. Naći brzinu elektrona u trenutku $t = 20\text{ns}$.

Rešenje: ($v \approx 6,11 \cdot 10^5 \text{ m/s}$)

151. Ako molekul kiseonika $^{16}_8\text{O}_2$ ima brzinu 500 m/s, izračunati energiju ovog molekula u elektronvoltima.

Rešenje: ($T \approx 6,68 \cdot 10^{-21} \text{ J} = 41,7 \text{ meV}$)

152. Jon Na^+ se nalazi na rastojanju $r = 0,1 \mu\text{m}$ od električnog dipola dipolnog momenta 10^{-24} Cm . Ako su dimenzije dipola mnogo manje od rastojanja između njega i jona, odrediti intenzitet sile kojom dipol deluje na jon, kao i potencijalnu energiju interakcije jona i dipola.

Rešenje: ($F \approx 2,88 \text{ pN}$, $\Pi \approx 1,44 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx 0,9 \text{ eV}$)

153. Jon kiseonika $^{16}_8\text{O}^-$, energije 30 keV, ulazi u homogeno magnetsko polje. Odrediti veličinu magnetske indukcije polja tako da poluprečnik putanje jona bude $R = 30 \text{ cm}$. Jon se kreće u ravni normalnoj na pravac polja.

Rešenje: ($B \approx 0,236 \text{ T}$)

154. Strogo uzevši, Borov model je primenjiv samo na atom vodonika. Međutim, on se grubo može primeniti i na atome koji "liče na vodonik", odnosno one koji u osnovnom stanju imaju samo jedan elektron u poslednjoj, valentnoj ljusci.

- Pokazati da je atom natrijuma (Na , $Z = 11$) "sličan vodoniku" ($N_1=2$, $N_2=8$, $N_3=1$)
- Odrediti kinetičku energiju valentnog elektrona Na u osnovnom stanju (1,51 eV)
- Odrediti potencijalnu energiju valentnog elektrona Na u osnovnom stanju (-3,02 eV)

155. Odrediti odnos kinetičke i potencijalne energije elektrona ako se za nulti nivo potencijalne energije uzme nivo u beskonačnosti.

Rešenje: ($W_{\text{pot}}/W_{\text{kin}} = -2$)

Zadaci za samostalno rešavanje

156. U temenima kvadrata ABCD, stranice $a = 5 \text{ cm}$, nalaze se tačkasta naelektrisanja: $+q = 2 \text{ pC}$ u susednim temenima A i B, a $-q$ u temenima C i D. Odrediti jačinu električnog polja u centru kvadrata.

Rešenje: ($E \approx 45,2 \text{ mV/m}$)

157. Dve tačke naelektrisane jednakim količinama naelektrisanja, $q = 0,2 \text{ pC}$, a suprotnog polariteta, nalaze se na rastojanju od 6 cm. Odrediti jačinu električnog polja ovog dipola u tački A koja je na podjednakom rastojanju $a = 5 \text{ cm}$ od oba pola.

Rešenje: ($E \approx 1,73 \text{ pV/m}$)

158. U laboratorijskom uređaju, čestica prašine, mase $m = 10 \mu\text{g}$, naelektrisana količinom elektriciteta $q = -9,6 \cdot 10^{-12} \text{ C}$, lebdi u vakuumu u homogenom električnom polju. Odrediti jačinu električnog polja.

Rešenje: ($E \approx 4,9 \text{ MV/m}$)

159. Molekul vode je prirodni dipol sa električnim momentom $p = 6,3 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$. Odrediti obrtni moment (moment sile) koji deluje na molekul u električnom polju intenziteta $E = 1,2 \text{ kV/m}$, u trenutku kada osa dipola sa smerom polja zaklapa ugao $\theta = \pi/3$.

Rešenje: ($M \approx 3,78 \cdot 10^{-27} \text{ Nm}$)

160. Alfa česticom nazivamo jezgro helijuma, He^{2+} . Ta čestica uleće u električno polje brzinom 100 km/s i udara u katodu prešavši naponsku razliku od 100 V. Odrediti:

- Naelektrisanje alfa čestice ($3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)
- Masu alfa čestice ($6,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)
- Energiju alfa čestice pri ulasku u električno polje (208 eV)
- Povećanje energije ubrzavanjem u električnom polju (200 eV)
- Brzinu alfa čestice neposredno pre udara u katodu (142 km/s)

161. Litijum ima oznaku ^6_3Li u periodnom sistemu elemenata. Odrediti:

- Broj protona i neutrona u jezgru litijuma ($N_p = 3$, $N_n = 2$)
- Raspored elektrona po ljuskama u atomu litijuma ($N_1 = 2$, $N_2 = 1$)

- | | |
|--|--|
| c) Broj elektrona u jonu litijuma Li^{2+} | $(N_e = 1)$ |
| d) Naelektrisanje jona litijuma Li^{2+} | $(Q = +2e \approx 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C})$ |
| e) Brzinu elektrona na drugoj orbiti jona litijuma Li^{2+} | $(1,46 \cdot 10^6 \text{ m/s})$ |
| f) Energiju elektrona na drugoj orbiti jona litijuma Li^{2+} | $(-6,06 \text{ eV})$ |

Mikroskopske interakcije

162. Odrediti potencijalnu energiju interakcije između jona natrijuma Na^+ i jona hlora Cl^- ako se oni nalaze na rastojanju od 0,28 nm, koliko je približno njihovo rastojanje u molekulu soli.

Rešenje: $\Pi \approx 8,25 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx 5,14 \text{ eV}$

163. Odrediti potencijalnu energiju interakcije između dva molekula vode na rastojanju od 0,35 nm, koliko je približno njihovo rastojanje u tečnoj vodi, ako se smatra da je molekul vode dipol sa dipolnim momentom $6,3 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}$.

Rešenje: $\Pi \approx 1,67 \cdot 10^{-20} \text{ J} \approx 100 \text{ meV}$

164. Ravnotežno rastojanje među atomima plemenitog gasa argona u kondenzatu iznosi 0,37 nm, a energija veze među njima 12 meV. Odrediti konstante A i B u izrazu za potencijalnu energiju (Lenard-Džonsov ili 6-12 potencijal).

Rešenje: $A \approx 9,16 \cdot 10^{-78} \text{ Jm}^6$, $B \approx 1,08 \cdot 10^{-134} \text{ Jm}^{-12}$

Struktura tela

165. Natrijum ima oznaku ${}^{23}_{11}\text{Na}$ u periodnom sistemu elemenata. Odrediti:

- | | |
|---|--|
| a) Broj protona i neutrona u jezgru natrijuma | $(N_p = 11, N_n = 12)$ |
| b) Raspored elektrona po ljuskama u atomu natrijuma | $(N_1 = 2, N_2 = 8, N_3 = 1)$ |
| c) Molarnu masu natrijuma | $(M = 23 \text{ g})$ |
| d) Masu jednog atoma natrijuma | $(m \approx 3,82 \cdot 10^{-26} \text{ kg})$ |
| e) Brzinu valentnog elektrona natrijuma | $(v_3 \approx 7,3 \cdot 10^5 \text{ m/s})$ |
| f) Približni poluprečnik atoma natrijuma | $(r_3 \approx 0,48 \text{ nm})$ |

166. Natrijum (${}^{23}_{11}\text{Na}$) na temperaturi od 0°C ima gustinu $0,971 \text{ g/cm}^3$. Na osnovu ovih podataka odrediti:

- | | |
|--|---|
| a) Količinu natrijuma u kocki stranice 3 cm | $(v \approx 1,14 \text{ mol})$ |
| b) Približan broj atoma natrijuma u toj kocki | $(N \approx 6,87 \cdot 10^{23})$ |
| c) Približnu masu atoma natrijuma | $(m \approx 3,82 \cdot 10^{-26} \text{ kg})$ |
| d) Zapreminu koju zauzima jedan atom natrijuma | $(v \approx 3,93 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3)$ |
| e) Približni poluprečnik atoma natrijuma | $(r \approx 0,34 \text{ nm})$ |

167. Gustina vode iznosi 1 g/cm^3 . Hemijska oznaka vodonika je ${}^1_1\text{H}$, a kiseonika ${}^{16}_8\text{O}$. Odrediti:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a) Molarnu masu vode | $(M \approx 18 \text{ g})$ |
| b) Broj molekula u 1 litru vode | $(N \approx 3,34 \cdot 10^{25})$ |
| c) Masu jednog molekula vode | $(m \approx 2,99 \cdot 10^{-26} \text{ kg})$ |
| d) Broj atoma vodonika u 1 litru vode | $(N \approx 6,68 \cdot 10^{25})$ |
| e) Broj protona u jednom 1 litru vode | $(N \approx 33,4 \cdot 10^{25})$ |

168. Ako se vazduh može smatrati smešom 78% molekularnog azota ${}^{14}_7\text{N}_2$ i 22% molekularnog kiseonika ${}^{16}_8\text{O}_2$, odrediti "efektivnu molarnu masu" vazduha i srednju masu molekula u vazduhu.

Rešenje: $M \approx 28,9 \text{ g}$, $m \approx 4,79 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

169. Oceniti ukupnu kinetičku energiju, kinetičku energiju translacije i brzinu molekula u vazduhu na sobnoj temperaturi.

Rešenje: $W \approx 57,5 \text{ meV}$, $W_{tr} \approx 34,5 \text{ meV}$, $v \approx 480 \text{ m/s}$

170. Oceniti potencijalnu energiju koja povezuje dipole vode na osnovu temperature ključanja vode.

Rešenje: $\Pi \approx 143 \text{ meV}$

171. U sud u kome se nalazi 0,4 kg vode na temperaturi 5°C doda se 0,1 kg vode na temperaturi 10°C . Ako se zanemari razmena toplote sa okolinom, odrediti temperaturu dobijene smeše kada se uspostavi ravnoteža.

Rešenje: $T = 6^{\circ}\text{C} = 279\text{ K}$

172. Grejač snage 1 kW zagreva sud mase 50 g u kome se nalazi komad leda mase 200 g potopljen vodu mase 300 g. Zanemarujuću prenos toplote na okolinu, odrediti vreme koje je potrebno da sva voda iz suda ispari, ako je latentna toplota topljenja leda 333 J/g , latentna toplota ključanja vode 2250 J/g , specifična toplota vode $4,18\text{ J/gK}$, a specifična toplota materijala suda $0,40\text{ J/gK}$.

Rešenje: $t = 1400\text{ s} \approx 23,3\text{ min}$

Zadaci za samostalnu vežbu

173. Litijum ima oznaku ${}^6_3\text{Li}$ u periodnom sistemu elemenata. Odrediti:

- a) Broj protona i neutrona u jezgru litijuma ($N_p = 3, N_n = 3$)
- b) Raspored elektrona po ljuskama u atomu litijuma ($N_1 = 2, N_2 = 1$)
- c) Molarnu masu litijuma ($M = 6\text{ g}$)
- d) Masu jednog atoma litijuma ($m \approx 6,47 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$)
- e) Brzinu valentnog elektrona litijuma ($v_2 \approx 1,10 \cdot 10^6\text{ m/s}$)
- f) Približni poluprečnik atoma natrijuma ($r_2 \approx 0,21\text{ nm}$)

174. Litijum (${}^6_3\text{Li}$) na temperaturi od 0°C ima gustinu $0,53\text{ g/cm}^3$. Na osnovu ovih podataka odrediti:

- a) Količinu natrijuma u kocki stranice 3 cm ($v \approx 2,385\text{ mol}$)
- b) Približan broj atoma natrijuma u toj kocki ($N \approx 1,44 \cdot 10^{24}$)
- c) Zapreminu koju zauzima jedan atom natrijuma ($v \approx 1,88 \cdot 10^{-29}\text{ m}^3$)
- d) Približni poluprečnik atoma natrijuma ($r \approx 0,27\text{ nm}$)

175. Kalijum ima oznaku ${}^{39}_{19}\text{K}$ u periodnom sistemu elemenata. Odrediti:

- a) Broj protona i neutrona u jezgru kalijuma ($N_p = 19, N_n = 20$)
- b) Raspored elektrona po ljuskama u atomu kalijuma ($N_1 = 2, N_2 = 8, N_3 = 18, N_4 = 1$)
- c) Molarnu masu kalijuma ($M = 39\text{ g}$)
- d) Masu jednog atoma kalijuma ($m \approx 6,47 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$)
- e) Brzinu valentnog elektrona kalijuma ($v_4 \approx 5,47 \cdot 10^5\text{ m/s}$)
- f) Približni poluprečnik atoma kalijuma ($r_4 \approx 0,84\text{ nm}$)

176. Kalijum (${}^{39}_{20}\text{K}$) na temperaturi od 0°C ima gustinu $0,862\text{ g/cm}^3$. Na osnovu ovih podataka odrediti:

- a) Količinu kalijuma u kocki stranice 3 cm ($v \approx 0,596\text{ mol}$)
- b) Približan broj atoma kalijuma u toj kocki ($N \approx 3,59 \cdot 10^{23}$)
- c) Zapreminu koju zauzima jedan atom kalijuma ($v \approx 7,51 \cdot 10^{-29}\text{ m}^3$)
- d) Približni poluprečnik atoma kalijuma ($r \approx 0,42\text{ nm}$)

177. Gustina vode iznosi 1 g/cm^3 . Hemijska oznaka vodonika je ${}^1_1\text{H}$, a kiseonika ${}^{16}_8\text{O}$. Odrediti broj neutrona u jednom 1 litru vode.

Rešenje: $N_n \approx 2,67 \cdot 10^{26}$

178. U sud u kome se nalazi 0,49 kg vode na temperaturi 10°C ubaci se gvozdена kuglica mase 10 g na temperaturi od 100°C . Ako se zanemari razmena toplote sa okolinom, odrediti temperaturu dobijene smeše kada se uspostavi ravnoteža. Specifična toplota vode iznosi $4,19\text{ J/gK}$, a gvožđa $0,46\text{ J/gK}$.

Rešenje: $T = 10,4^{\circ}\text{C} = 283,4\text{ K}$

179. Olovni metak temperature 40°C i mase 5 g uleće brzinom od 200 m/s u drveni blok mase 995 g. Ako se pretpostavi da se kinetička energija pri udaru pretvara samo u toplotu, odrediti da li usled sudara dolazi do topljenja metka. Temperatura topljenja olova iznosi $327,5^{\circ}\text{C}$, a njegova specifična toplota $0,13\text{ J/gK}$.

Rešenje: Ne, temperatura naraste do 193°C

Sila normalne reakcije

180. Odrediti pritisak koji vrši kocka mase 2 kg i stranice 1 dm na horizontalnu podlogu.
Rešenje: $p \approx 2 \text{ kPa}$
181. Odrediti pritisak koji vrši kocka mase 2 kg i stranice 1 dm na strmu ravan nagiba 30° .
Rešenje: $p \approx 1,73 \text{ kPa}$
182. Paket oblika kocke mase 2 kg i stranice 1 dm postavljena je na horizontalno sedište sa vertikalnim naslonom u automobilu. Odrediti pritisak koji vrši kocka na sedište i na naslon kada automobil ima ubrzanje od 2 m/s^2 u pravcu i smeru kretanja.
Rešenje: $p_{\text{sed}} \approx 2 \text{ kPa}$, $p_{\text{nas}} \approx 400 \text{ Pa}$
183. Kocka mase 2 kg može da kliza bez trenja po prizmi mase 8 kg. Osnova prizme je jednakokraki trougao stranice 1 dm, a ona leži jednom svojom stranom visine 2 dm na horizontalnoj podlozi po kojoj može da klizi bez trenja. Odrediti ubrzanje prizme i pritisak koji ona vrši na podlogu.
Rešenje: $a=0,91 \text{ m/s}^2$, $p=4,21 \text{ kPa}$
184. Vagon u zabavnom parku može da se kreće duž šina sa zanemarljivim trenjem. Kolika najmanje treba da bude visina strme ravni niz koju se spušta vagon bez početne brzine da bi mogao da prođe kroz obruč "mrtve petlje" prečnika 40 m.
Rešenje: $h \approx 50 \text{ m}$

Zadaci za samostalnu vežbu

185. Dvoosovinski vagon mase 40 t prolazi kroz krivinu poluprečnika 500 m brzinom od 54 km/h. Pretpostavljajući da je kolosek ravan i da horizontalna sila deluje samo na spoljne točkove odrediti ukupnu silu kontakta između šine i pojedinih točkova vagona.
Rešenje: $N_{\text{un}} \approx 100 \text{ kN}$, $N_{\text{sp}} \approx 104 \text{ kN}$
186. Kocka stranice mase 12 kg i stranice 20 cm nalazi se na horizontalnoj podlozi. Na njenu gornju stranicu deluje sila intenziteta 200 N pod uglom od 30° prema horizontalnoj ravni. Odrediti pritisak kojim kocka deluje na podlogu.
Rešenje: $p = 5,44 \text{ kPa}$

Pritisak u gasovima

187. Odrediti gustinu vazduha pri normalnom atmosferskom pritisku i sobnoj temperaturi.
Rešenje: $\rho \approx 1,20 \text{ kg/m}^3$
188. Kada se na neizolovan sud poprečnog preseka $S = 4 \text{ dm}^2$, ispunjen molekularnim kiseonikom ($^{16}_8\text{O}_2$) i zatvoren sa gornje strane pokretnim klipom zanemarljive mase postavi teg mase $m = 2 \text{ kg}$, klip se postavi u položaj na visini $H = 20 \text{ cm}$ iznad dna suda. Ako je spoljašnja temperatura $t = 27^\circ\text{C}$, a atmosferski pritisak iznosi 1020 mbar odrediti:
- a) Pritisak gasa ispod klipa ($p \approx 1024,9 \text{ mbar}$)
 - b) Zapreminu gasa u sudu nakon postavljanja klipa ($V = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$)
 - c) Količinu kiseonika u sudu ($\nu \approx 0,329 \text{ mol}$)
 - d) Masu kiseonika u sudu ($m \approx 10,5 \text{ g}$)
- Nakon toga se temperatura gasa u sudu podigne za $\Delta t = 20^\circ\text{C}$. Odrediti:
- e) visinu iznad dna suda na koju se postavlja klip na toj temperaturi ($H_1 \approx 21,4 \text{ cm}$)
 - f) rad koji sile pritiska izvrše prilikom podizanja klipa ($\Delta A \approx 56,0 \text{ J}$)
 - g) promenu unutrašnje energije gas tokom ovog procesa ($\Delta U \approx 26,3 \text{ J}$)
 - h) količinu toplote koja je dovedena gasu tokom ovog procesa ($\Delta Q \approx 82,3 \text{ J}$)

Zadaci za samostalnu vežbu

189. Pritisak koji očitava instrument za merenje pritiska u gumama automobila je ustvari razlika pritiska vazduha u gumama i atmosferskog pritiska. Ako takav instrument pokazuje vrednost 1,8 at u gumama praznog automobila mase 800 kg odrediti:
- a) Površinu kontakta jedne gume sa podlogom (111 cm²)
 - b) Povećanje dodirne površine kada u automobil sednu putnici
 - c) ukupne mase 300 kg (41 cm²)
 - d) Da bi dodirna površina guma i podloge ostala ista kao kad je vozilo prazno, vozač odluči da dopumpa gume. Koliki pritisak treba da pokazuje instrument? (2,48 at)
190. Normalnim atmosferskim uslovima se smatra temperatura vazduha od 20°C i atmosferski pritisak od 990 mbar. Ako se uzme da je srednja molarna masa molekula koji sačinjavaju vazduh 29 g/mol, odrediti pod tim uslovima:
- a) Koncentraciju molekula u vazduhu (2,45·10²⁵ m⁻³)
 - b) Gustinu vazduha (1,18 kg/m³)
 - c) Srednje rastojanje među molekulima vazduha (3,44 nm)
191. U sudu bez toplotne izolacije koji ima oblik kocke stranice 20 cm nalazi se 96 g kiseonika (O₂). Sud se nalazi u prostoriji temperature 27°C. U periodnom sistemu hemijskih elemenata, u rubrici kisonika je oznaka ¹⁶₈O.
- a) Kolika je koncentracija molekula kiseonika u sudu? (2,26·10²⁶ m⁻³)
 - b) Koliki pritisak vlada u sudu? (9,35 bar)
 - c) Kolika sila gasnog pritiska deluje na zidove suda? (37,4 kN)
192. U sudu oblika cilindra visine 20 cm i poluprečnika osnovice 10 cm se nalazi 25 g vazduha na temperaturi od 27°C. Spoljašnji atmosferski pritisak iznosi 1 bar. Pretpostavljajući da je vazduh mešavina 75% molekularnog azota molarne mase 28 g i 25% molekularnog kiseonika mase 32 g odrediti:
- a) Molarnu masu vazduha (M ≈ 29 g)
 - b) Količinu (broj molova) vazduha u sudu (ν ≈ 0,862 mol)
 - c) Pritisak vazduha u sudu (p ≈ 3,42 bar)
- čeličnom sudu zatvorenom sa gornje strane pokretnim klipom koji može da klizi bez trenja nalazi i se 2 l vazduha na temperaturi od 20°C. Masa klipa iznosi 200 g, a površina njegovog poprečnog preseka 1 dm². Ako je spoljašnji atmosferski pritisak 1 bar, a vazduh se može smatrati idealnim dvoatomskim gasom molarne mase 29 g, odrediti:
- a) Pritisak koji vlada u vazduhu u sudu (1,002 bar)
 - b) Količinu vazduha u sudu (82 mmol)
 - c) Masu vazduha u sudu (2,38 g)
- Temperatura gasa se lagano podigne na 30°C. Odrediti:
- d) Visinu za koju se podigne klip usled zagrevanja gasa (2,05 cm)
 - e) Rad koji izvrši sila pritiska gasa pri širenju (20,5 J)

Pritisak i potisak u tečnostima

193. Prosta hidraulička dizalica se sastoji od platforme za podizanje povezane sa klipom koji se kreće kroz cilindar prečnika 40 cm i kraka podizača povezanog sa sa klipom koji se kreće kroz cilindar prečnika 4 cm. Dizalicom treba podizati teret mase do 2000 kg. Odrediti:
- a) Minimalnu silu koju treba primeniti na krak podizača (200 N)
 - b) Pritisak koji se razvija u hidrauličkom ulju tom prilikom (1,6 bar)
 - c) Hod podizača kojim se automobil podiže za 1 cm (1 m)
194. Aluminijska loptica prečnika 1 cm lagano se spusti u sud ispunjen vodom dubine H = 10 cm. Ako je gustina aluminijuma ρ_{Al} = 2300 kg/m³ a viskoznost vode se može zanemariti, odrediti:
- a) Težinu kuglice (11,8 mN)

- b) Silu potiska koja deluje na kuglicu (5,14 mN)
 c) Ubrzanje kojim kuglica tone kroz vodu (5,54 m/s²)
 d) Vreme za koje kuglica padne na dno suda (0,612 s)

Zadaci za samostalnu vežbu

195. U boci čiji je prečnik 6 cm nalazi se 750 gr vode (tečnost bez boje, ukusa i mirisa, gustina 1000 kg/m³, molarna masa 18 g, mrzne se na 0°C a ključa na 100°C-studenti Mašinskog Fakulteta Kraljevo njome peru ruke). Odrediti rezultatnu silu koja zatvara čep prečnika 1 cm koja deluje kada je boca okrenuta naviše i kada je okrenuta naniže.

Rešenje: 7,96 N i 7,75 N

196. Vakuumska pumpa podiže vodu tako što obara pritisak u gornjem delu cevi koja je donjim krajem uronjena u vodu (slično kao kada se pije slamkom), pa atmosferski pritisak potiskuje vodu naviše. Odrediti maksimalnu visinu do koje se može podići voda vakuumskom pumpom.

Rešenje: 10,33 m

197. Kocka stranice 2 dm načinjena od drveta gustine 0,75 g/cm³ potopljena je u vodu tako da joj gornja strana bude paralelna površini vode na dubini od 1,5 m. Odrediti:

- a) pritisak koji deluje na gornju površinu kocke (112,36 kPa)
 b) pritisak koji deluje na donju površinu kocke (113,83 kPa)
 c) sile koje deluju na svaku od strana kocki (4494,5 N, 4553,3 N, 4523,9 N)
 d) rezultatnu silu koja deluje na kocku (58,9 N)
 e) silu potiska koja deluje na kocku (58,9 N)

198. Loptica mase 15 g i zapremine 0,02 l zaronjena je na dubinu od 1 m, a zatim puštena. Zanemarujući otpor koji voda pruža loptici pri kretanju odrediti:

- a) Silu potiska koja deluje na lopticu (196 mN)
 b) Rezultatnu silu koja deluje na lopticu (49,0 mN)
 c) Brzinu kojom loptica iskače iz vode (2,56 m/s)

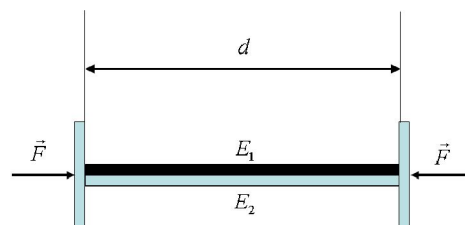
Elastične sile

199. Na četiri čelična oslonca oblika kocke postavljena na horizontalnoj podlozi stranice $a = 10$ cm je ravnomerno oslonjen teret mase 2 t. Ako je moduo elastičnosti čelika 210 Gpa, a Poasonov koeficijent 0,3 odrediti:

- a) Silu normalne reakcije kojom teret deluje na jedan oslonac (4,91 kN)
 b) Pritisak kojim oslonac deluje na podlogu (0,49 MPa)
 c) Deformaciju oslonaca ($2,33 \cdot 10^{-6}$)
 d) Skraćenje oslonaca (0,233 μm)
 e) Povećanje dodirne površine oslonca i podloge ($1,40 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$)
 f) Zapreminu oslonca nakon postavljanja tereta ($0,9999907 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$)
 g) Energiju deformacije jednog oslonca (0,573 mJ)

200. Dve šipke istog oblika, jedna načinjena od čelika, a druga od aluminijuma, su postavljene jedna pored druge na način prikazan na slici i pritisnute silom od 10 kN, pri čemu je obezbeđeno da se šipke ne savijaju. Dužina šipki iznosi $d = 0,5$ m, a njihov poprečni presek je oblika kruga poluprečnika 20 mm. Ako je moduo elastičnosti čelika $E_1 = 200$ GPa, a aluminijuma $E_2 = 70$ GPa, odrediti:

- a) skraćenje šipki (14,7 μm)
 b) rad sile koja sabija šipke (0,147 J)
 c) energiju deformisanih šipki ($0,054 \text{ J} + 0,019 \text{ J} = 0,073 \text{ J}$)
 d) energiju koja se pri deformisanju pretvorila u toplotu (0,073 J)



Zadaci za samostalnu vežbu

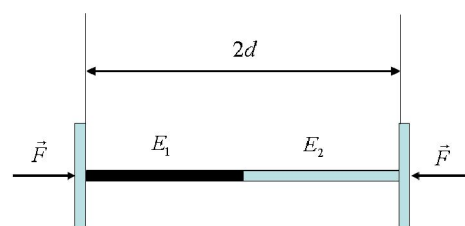
201. O žicu dužine 2 m koja ima poprečni presek oblika kvadrata stranice 1mm obešen je teg mase 8 kg, što je izazvalo izduženje žice od 0,1 mm.

- Odrediti Jugov moduo elastičnosti žice (144 GPa)
- Odrediti promenu prečnika žice ako je Poasonov koeficijent žice 0,3 (-15 nm)
- Odrediti potencijalnu energiju deformacije ove žice (0,412 mJ)

202. Sila intenziteta 50 kN deluje na čelo čeličnog štapa dužine 2 m i poprečnog preseka oblika kvadrata stranice 5 cm koji je drugim krajem učvršćen za armirano betonski zid. Ako je moduo elastičnosti tog čelika 200 GPa, a Poasonov koeficijent 0,3, odrediti:

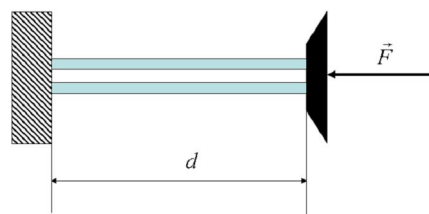
- Skraćenje štapa (0,2 mm)
- Potencijalnu energiju deformacije štapa (5 J)
- Rad koji izvrši sila deformišući štap (10 J)
- Objasniti zašto je rad spoljašnje sile veći od potencijalne energije (jer je sila konst.)

203. Dve šipke istog oblika, jedna načinjena od čelika, a druga od aluminijuma, su postavljene jedna pored druge na način prikazan na slici i pritisnute silom od 10 kN. Dužina šipki iznosi $d = 0,5$ m, a njihov poprečni presek je oblika kruga poluprečnika 20 mm. Ako je moduo elastičnosti čelika $E_1 = 200$ GPa, a aluminijuma $E_2 = 70$ GPa, odrediti:



- skraćenje šipki (79,5 μ m i 227 μ m)
- rad sile koja sabija šipke (3,06 J)
- energiju deformisanih šipki (1,14 J i 0,398 J)
- energiju koja se pri deformisanju pretvorila u toplotu (1,53 J)

204. Dve šipke kružnog poprečnog preseka poluprečnika $r = 10$ cm i dužine $d = 2$ m sabijaju se uređajem koji omogućuje da skraćenje obe bude jednako (vidi sliku). Moduo elastičnosti materijala od koga je sačinjena jedna šipka iznosi 220 GPa, a materijala od koga je načinjena druga šipka iznosi 180 GPa, dok su Poasonovi koeficijenti tih materijala 0,2 i 0,3, tim redom. Ako sila kojom se sabijaju šipke iznosi 20 kN, odrediti:



- Skraćenje šipki (3,18 μ m)
- Silu kojom se sabija prva šipka i silu kojom se sabija druga šipka (11 kN i 9 kN)
- Napone u šipkama (350 kPa i 286 kPa)
- Povećanja poprečnih preseka šipki ($2 \cdot 10^{-8}$ m² i $3 \cdot 10^{-8}$ m²)
- Potencijalne energije deformacije šipki (17,5 mJ i 14,3 mJ)

Površinski napon

205. Koliki rad treba izvršiti da se živina kuglica prečnika 5 mm razbije na dve jednake kuglice ako je koeficijent površinskog napona žive 0,5 J/m².

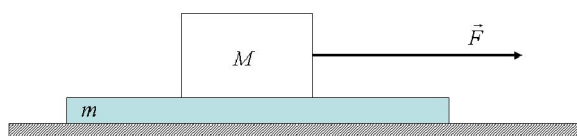
Rešenje: $A = 0.135 \mu$ J

Suvo trenje

206. Na drvenu dasku oblika pravougaonika dužine 40 cm i širine 20 cm i mase $m = 2$ kg koja se nalazi na horizontalnoj podlozi se postavi gvozdeni teg mase $M = 5$ kg. Teg se povlači koncem u horizontalnom pravcu, kako je to pokazano na slici. Ako je koeficijent trenja između podloge i daske $\mu_1 = 0,01$, a koeficijent trenja između tega i daske $\mu_2 = 0,05$ odrediti:

- Silu trenja klizanja između daske i podloge (0,686 N)
- Silu trenja klizanja između tega i daske (2,45 N)

- c) Maksimalnu vrednost sile F pri kojoj daska i teg miruju (0,686 N)
 d) Maksimalnu vrednost sile F pri kojoj teg ne kliza po dasci (6,87 N)
 e) Ubrzanje koje daska ima pri delovanju sile $F = 10$ N (0,883 m/s^2)
 f) Ubrzanje koje teg ima pri delovanju sile $F=10$ N (1,51 m/s^2)



207. Automobil mase 1200 kg može se gurati konstantnom brzinom ako se primeni sila od 500 N. Odrediti koeficijent adhezije guma automobila za podlogu ako je koeficijent trenja 0,05.

Rešenje: $\psi = 0.833$

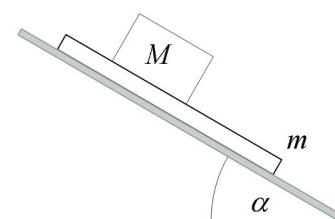
Zadaci za samostalnu vežbu

208. Odrediti silu kojom treba pritisnuti ciglu mase 1,5 kg na vertikalni zid tako da ona ne kliza niz njega, ako je koeficijent trenja između zida i cigle 0,2.

Rešenje: 73,6 N

209. Na drvenu dasku dužine $a = 0,5$ m, širine $b = 0,1$ m i mase $m = 0,5$ kg, koja se nalazi na strmoj ravni nagiba $\alpha = 30^\circ$, se postavi gvozdeni teg mase $M = 2,5$ kg. Ako je koeficijent trenja između podloge i daske $\mu_1 = 0,05$, a koeficijent trenja između tega i daske $\mu_2 = 0,02$ odrediti:

- a) Silu trenja klizanja između tega i daske
 b) Pritisak daske na podlogu
 c) Silu trenja klizanja između daske i podloge
 d) Ubrzanje tega
 e) Ubrzanje daske



- (0,425 N)
 (510 Pa)
 (1,27 N)
 (4,73 m/s^2)
 (3,21 m/s^2)

Viskozno trenje

210. Drvena loptica prečnika 1 mm potopi se na dno dubokog suda ispunjenog uljem. Ako je gustina drveta $\rho_D = 700$ kg/m^3 , gustina ulja $\rho_U = 0,9$ g/cm^3 , a viskoznost ulja $\eta_U = 0,05$ Pa·s odrediti:

- a) Težinu kuglice (3,59 μN)
 b) Silu potiska koja deluje na kuglicu (4,62 μN)
 c) Viskoznu silu koja deluje na kuglicu (1,13 μN)
 d) Brzinu kojom kuglica isplivava iz ulja (2,18 mm/s)

Zadaci za samostalnu vežbu

211. Kroz cev dužine L i poluprečnika R , protiče tečnost viskoznosti h . Profil brzine (zavisnost brzine od rastojanja od ose cevi) dat je izrazom $v(r) = v_0[1-(r/R)^2]$, gde je v_0 brzina tečnosti duž ose cevi. Odrediti silu viskoznog trenja između cevi i tečnosti.

Rešenje: $F=2\pi\eta Lv_0$

212. Kroz vertikalno postavljeni cilindar unutrašnjeg poluprečnika 4 cm, klizi čep mase 200 g, dužine 6 cm. Zazor između čepa i cilindra, ispunjen je uljem. Ako se čep, pod uticajem gravitacije, kreće konstantnom brzinom od 0,5 m/s, odrediti koeficijent viskoznosti ulja.

Rešenje: 1,09 Pa·s

213. Osovina poluprečnika 5 cm rotira ravnomerno brzinom od 180 ob/min. Cilindrično ležište poluprečnika 5,05 cm, obuhvata osovinu u dužini od 5 cm. Odrediti otporni moment ležišta ako je zazor ispunjen mazivom gustine 900 kg/m^3 i kinematičkog koeficijenta viskoznosti $1,11 \cdot 10^{-3}$ m^2/s .

Rešenje: 1,50 Nm

214. Čelična loptica prečnika 1 mm tone konstantnom brzinom 2 mm/s kroz ulje. Ako je poznata gustina čelika, $\rho_{\text{č}} = 7300 \text{ kg/m}^3$, i gustina ulja, $\rho_{\text{U}} = 0,9 \text{ g/cm}^3$, odrediti:
- | | |
|---|-----------------------|
| a) Težinu kuglice | (37,6 μN) |
| b) Silu potiska koja deluje na kuglicu | (4,65 μN) |
| c) Viskoznu silu koja deluje na kuglicu | (33,0 μN) |
| d) Koeficijent viskoznosti ulja | (1,24 mPa·s) |

Kapilarne pojave

215. Odrediti maksimalni prečnik žilica drveta topole visoke 30 m ako je koeficijent površinskog napona vode 0,07 N/m.
Rešenje: $D = 0,95 \mu\text{m}$

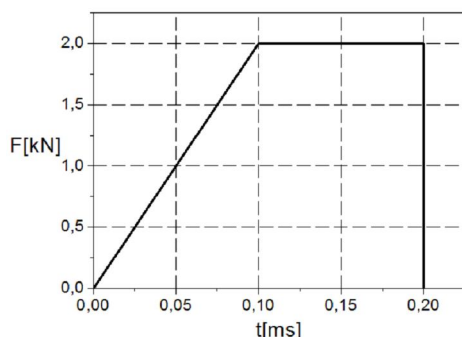
Talasi

Prostiranje talasa

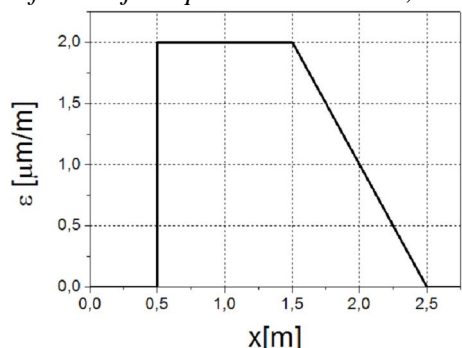
216. Odrediti brzinu transversalnih talasa u čeliku čiji moduo elastičnosti iznosi 190 GPa, Poasonov koeficijent 0,25, dok je njegova gustina $7,3 \text{ g/cm}^3$.
Rešenje: 4170 m/s
217. Odrediti brzinu zvuka u vazduhu na temperaturi od 0°C , ako se vazduh može smatrati smešom 75% molekularnog azota $^{14}_7\text{N}_2$ i 25% molekularnog kiseonika $^{16}_8\text{O}_2$.
Rešenje: 331 m/s
218. Odrediti brzinu svetlosti u staklu čija je relativna dielektrična propustljivost 2,5, a relativna magnetska propustljivost bliska 1.
Rešenje: $2,83 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
219. Čelo štapa dužine 6 m i poprečnog preseka $0,5 \text{ cm}^2$ se udari čekićem silom konstantnog intenziteta 100 N u trajanju od 0,5 ms. Ako je štap načinjen od čelika modula elastičnosti 200 GPa i gustine 7300 kg/m^3 , odrediti:
- | | |
|--|-----------------------|
| a) Brzinu talasa koji se prostire kroz štap | (5230 m/s) |
| b) Dužinu talasnog impulsa | (2,62 m) |
| c) Deformaciju koju talasni impuls izaziva | (10 $\mu\text{m/m}$) |
| d) Potencijalnu energiju koju talasni impuls nosi | (1,31 mJ) |
| e) Brzinu kojom se kreće deformisani deo štapa | (5,23 cm/s) |
| f) Kinetičku energiju koju talasni impuls nosi | (1,31 mJ) |
| g) Pomeraj kraja štapa pod ovim udarom | (26,2 μm) |
| h) Rad koji je izvršila sila pri stvaranju impulsa | (2,62 mJ) |
| i) Deo štapa zahvaćen talasnim impulsom posle 1 ms | (2,62 m-5,24 m) |
220. Na čelo čeličnog štapa deluje elektromagnet privlačnom silom. Ako se elektromagnet napaja naizmeničnom strujom frekvencije 50 Hz tako da u toku jedne periode dva puta privuče i otpusti čelo štapa, a štap je načinjen od čelika modula elastičnosti 200 GPa i gustine 7300 kg/m^3 , odrediti:
- | | |
|--|--------------------------|
| a) Brzinu talasa koji se formira u štapu | (5230 m/s) |
| b) Frekvencu talasa koji se formira u štapu | (100 Hz) |
| c) Period talasa koji se formira u štapu | (10 ms) |
| d) Talasnu dužinu talasa koji se formira u štapu | (10,5 m) |
| e) Kružnu frekvencu talasa koji se formira u štapu | (628 s^{-1}) |
| f) Talasni vektor talasa koji se formira u štapu | (0,120 m^{-1}) |

Zadaci za samostalnu vežbu

221. Štap dužine 5 m i poprečnog preseka $0,5 \text{ dm}^2$ načinjen je od metala gustine 8 g/cm^3 i Jungovog modula elastičnosti 200 GPa. Na čelo štapa deluje sila čiji je dijagram $F(t)$ prikazan na slici. Odrediti:



- a) Brzinu prostiranja longitudinalnih mehaničkih talasa kroz ovaj štap (5 km/s)
b) Dužina talasnog impulsa koji prolazi kroz štap (1 m)
c) Maksimalnu deformaciju u talasnom impulsu (2 $\mu\text{m/m}$)
d) Nacrtati dijagram deformacije štapa u trenutku $t = 0,3 \text{ ms}$



222. Pri podužnom udaru na štap nastane konstantna deformacija od $5 \mu\text{m/m}$. Ako je brzina prostiranja longitudinalnih talasa u tom štapu 5000 m/s , izračunati brzinu kojom se kreću čestice štapa usled udara.

Rešenje: 25 mm/s

223. Talasni impuls trajanja 1 ms koji nosi konstantnu deformaciju od $10 \mu\text{m/m}$ kreće se brzinom od 5000 m/s duž štapa dužine 10 m i mase 20 kg. Odrediti energiju i količinu kretanja talasnog impulsa.

Rešenje: 25 mJ i 0,5 kgm/s

224. Frekvencija (učestanost) talasa je 20 kHz, talasna dužina 2 cm, a amplituda talasnog pomeranja 2 mm. Odrediti: maksimalnu brzinu čestice sredine i brzinu prostiranja talasa.

Rešenje: 251 m/s i 400 m/s

225. Ako se vazduh može smatrati idealnim dvoatomskim gasom molarne mase 29 g, odrediti talasne dužine graničnog infrazvuka frekvence 16 Hz i graničnog ultrazvuka frekvence 16 kHz na sobnoj temperaturi od 17°C .

Rešenje: 21,3 m i 21,3 mm

226. Ako su granice talasnih dužina u vakuumu za infracrvenu i ultraljubičastu oblast 780 nm i 350 nm respektivno, odrediti granične frekvence.

Rešenje: 385 THz i 857 THz

Doplerov efekat

227. Automobil se kreće brzinom od 72 km/h i vozač pritisne taster sirene koja emituje zvuk frekvence 10 kHz. U pravcu u kome se kreće automobil nalazi se zid od koga se zvuk odbije i vrati prema automobilu. Ako je brzina zvuka u vazduhu 330 m/s, odrediti:

- a) Frekvencu zvuka koji pada na zid (10,65 kHz)
- b) Frekvencu odbijenog zvuka koju čuje vozač (11,23 kHz)

Zadaci za samostalnu vežbu

228. Automobil se kreće brzinom od 108 km/h i vozač pritisne taster sirene koja emituje zvuk frekvence 10 kHz. Odrediti frekvencu koju čuje posmatrač pored koga prolazi automobil:

- a) Kada se automobil približava (11,01 kHz)
- b) Kada se automobil udaljava (9,16 kHz)

Intenzitet i nivo zvuka

229. Tačkasti zvučni izvor emituje snagu 20 mW:

- a) Odrediti intenzitet zvuka na rastojanju 100 m od izvora (0,159 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)
- b) Odrediti nivo zvuka na tom rastojanju (52,0 dB)
- c) Koliki će biti nivo zvuka na tom mestu ukoliko snaga izvora vremenom opadne deset puta (42,0 dB)

230. Laserski štampač u računskom centru pri radu stvara buku od 55 dB na operatorskom pultu, dok matrični štampač na istom mestu stvara buku od 60 dB. Odrediti:

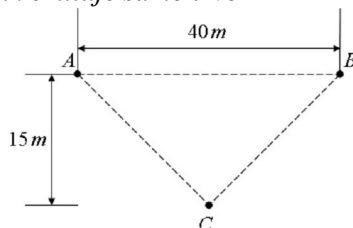
- a) Intenzitete zvuka koji stvaraju ovi štampači na pultu kada rade pojedinačno (1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ i 0,32 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)
- b) Intenzitet zvuka koji stvaraju štampači kada rade istovremeno (1,32 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)
- c) Nivo buke na pultu kada štampači istovremeno rade (61,2 dB)

231. Kroz talasovod sa poprečnim presekom oblika kruga poluprečnika 0,25 cm protiče zvuk nivoa 80 dB. Ako brzina zvuka iznosi 340 m/s, a njegova gustina 1,23 kg/m³ odrediti:

- a) Intenzitet zvuka (100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$)
- b) Natpritisak koji zvuk stvara (0,289 Pa)
- c) Energiju zvuka koja protekne kroz talasovod za 1 minut (118 nW)
- d) Nivo zvuka kada se intenzitet dvostruko poveća (83,0 dB)

232. Izvor zvuka A, snage $P_A = 0,4 \text{ mW}$, postavljen je u jedno, a izvor zvuka B, snage $P_B = 0,2 \text{ mW}$, postavljen je u drugo teme jednakokrakog trougla, kako je to pokazano na skici. Zanemarujući apsorpciju i pretpostavljajući sferno prostiranje zvuka, odrediti:

- a) Intenzitet koji ima zvuk iz izvora A kada stigne u tačku C (51,0 nW/m²)
- b) Intenzitet koji ima zvuk iz izvora B kada stigne u tačku C (25,5 nW/m²)
- c) Nivo zvuka u tački C kada zvuk emituje samo izvor A (47,1 dB)



- d) Nivo zvuka u tački C kada zvuk emituje samo izvor B (44,1 dB)
- e) Nivo zvuka u tački C kada zvuk emituju oba izvora, A i B (48,4 dB)

Zadaci za samostalnu vežbu

233. Odrediti amplitudu talasnog pritiska u vazduhu ako je nivo zvuka 120 dB. Vazduh smatrati dvoatomskim gasom gustine $1,3 \text{ kg/m}^3$, pod pritiskom od 990 mbar.

Rešenje: 29,1 Pa

234. Dva zvučna izvora zajedno prave ukupnu buku čiji je nivo 85 dB. Ako je nivo buke jednog od izvora 81 dB, koliki je nivo buke drugog izvora?

Rešenje: 82,8 dB

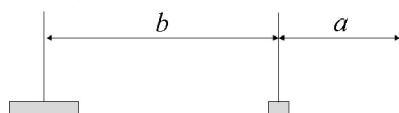
235. Kroz talasovod ispunjene vazduhom pod normalnim atmosferskim pritiskom, sa poprečnim presekom oblika kruga poluprečnika 0,5 cm protiče zvuk nivoa 100 dB. Ako temperatura vazduha iznosi 20°C , i ako se vazduh može smatrati smešom 80% azota molarne mase 28 g i 20% kiseonika molarne mase 32 g, odrediti:

- | | |
|---|-------------------------|
| a) Intenzitet zvuka | (10 mW/m ²) |
| b) Molarnu masu vazduha | (28,8 g) |
| c) Brzinu zvuka u vazduhu pod opisanim uslovima | (344 m/s) |
| d) Natpritisak koji zvuk stvara | (2,66 Pa) |
| e) Nivo zvuka kada se intenzitet dvostruko poveća | (103 dB) |

236. Motor postavljen na ravnu površinu emituje buku nivoa 70 dB, mereno na rastojanju od 10 m. Ako se refleksije zvuka mogu zanemariti, temperatura vazduha iznosi 20°C , a vazdušni pritisak iznosi 1010 mbar, i ako se vazduh može smatrati smešom 75% azota molarne mase 28 g i 25% kiseonika molarne mase 32 g, odrediti:

- | | |
|---|---------------------------|
| a) Intenzitet buke na mernom mestu | (10 μW/m ²) |
| b) Snagu zvučne emisije motora | (2,01 mW) |
| c) Molarnu masu vazduha | (29 g) |
| d) Gustinu vazduha pod datim uslovima | (1,20 kg/m ³) |
| e) Brzinu zvuka u vazduhu pod opisanim uslovima | (343 m/s) |
| f) Natpritisak koji zvuk stvara na mernom mestu | (90,8 mPa) |

237. Na rastojanju od $r = 10 \text{ m}$ motor kamiona pri radu stvara buku od $L_K = 70 \text{ dB}$, a motor automobila buku od $L_A = 60 \text{ dB}$. Smatrajući da talasni frontovi buke imaju oblik polusfere, da je brzina zvuka u vazduhu 340 m/s, a gustina vazduha $1,3 \text{ kg/m}^3$ odrediti:

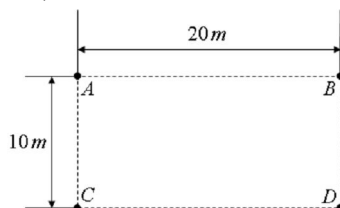


- | | |
|--|---|
| a) Intenzitet buke koju stvaraju kamion i automobil pojedinačno | (10 μW/m ² i 1 μW/m ²) |
| b) Snagu buke koju emituju kamion i automobil pojedinačno | (6,28 mW/m ² i 0,628 mW/m ²) |
| c) Natpritisak buke koji stvaraju kamion i automobil pojedinačno | (94,0 mPa i 29,7 mPa) |

Posmatrač na parkingu stoji tako da se nalazi $a = 20 \text{ m}$ od automobila iza koga je na rastojanju od $b = 50 \text{ m}$ postavljen kamion. Ako su oba motora uključena, odrediti:

- | | |
|---|---------------------------|
| d) Intenzitet buke koji kamion stvara na rastojanju $(a+b)$ | (1,11 μW/m ²) |
| e) Nivo buke koji čuje posmatrač | (61,3 dB) |

238. Izvor zvuka A, snage $P_A = 0,2 \text{ mW}$, postavljen je u jedno, a izvor zvuka B, snage $P_B = 0,1 \text{ mW}$, postavljen je u drugo teme pravougaonika, kako je to pokazano na skici. Zanemarujući apsorpciju i pretpostavljajući sferno prostiranje zvuka, odrediti:



- | | |
|---|---------------------------|
| a) Intenzitet koji ima zvuk iz izvora A kada stigne u tačku C | (159 nW/m ²) |
| b) Intenzitet koji ima zvuk iz izvora B kada stigne u tačku C | (15,9 nW/m ²) |

- c) Nivo zvuka u tački C kada zvuk emituju oba izvora, A i B (52,4 dB)
 d) Nivo zvuka u tački D kada zvuk emituju oba izvora, A i B (50,5 dB)

Difrakcija svetlosti

239. Normalno na difrakcionu rešetku koja na jednom milimetru ima 125 otvora pada snop bele svetlosti. Na rastojanju 0,4 m od rešetke nalazi se ekran. Odrediti:
- a) Uglove pod kojima nastaju prvi maks. plave i crvene svetlosti (43,8 mrad i 97,7 mrad)
 b) Rastojanje prvih max. plave i crvene svetlosti od centra spektra (41,8 mm i 93,4 mm)
 c) Širinu spektra prvog reda na ekranu (51,6 mm)
240. Difrakciona rešetka sa 500 zareza po milimetru postavljena je normalno na snop bele svetlosti. Iza rešetke, normalno na pravac upadnog snopa, na rastojanju od 0,5 m je postavljen ekran sa prorezom. Svrha proreza je da se iz snopa izdvoji zelena svetlost sa talasnim dužinama između 520 nm i 570 nm.
- a) Odrediti konstantu optičke rešetke (2 μm)
 b) Odrediti ugao prvog maksimuma svetlosti talasne dužine 520 nm (263 mrad)
 c) Odrediti ugao prvog maksimuma svetlosti talasne dužine 570 nm (289 mrad)
 d) Odrediti položaje donje i gornje ivice proreza, tako da kroz prorez prolazi samo svetlost sa talasnim dužinama između 520 nm i 570 nm (13,5 mm i 14,9 mm)

Zadaci za samostalnu vežbu

241. Normalno na difrakcionu rešetku pada snop bele svetlosti. Ako se, na ekranu udaljenom 1,2 m od rešetke, prva bočna crvena pruga talasne dužine 700 nm nalazi 30 cm od centralnog maksimuma, na kom će se rastojanju naći prva plava pruga, talasne dužine 450 nm?
 Rešenje: 18,9 cm
242. Na optičku rešetku pada monohromatska svetlost talasne dužine 625 nm. Maksimum drugog reda nalazi se pod uglom od 30° . Koliki je broj zareza na dužini od 1 cm ove rešetke?
 Rešenje: 4000
243. Normalno na difrakcionu rešetku koja na jednom milimetru ima 100 otvora pada snop bele svetlosti. Na rastojanju $L = 0,5$ m od rešetke nalazi se ekran. Usvajajući da je minimalna talasna dužina vidljivog spektra 350 nm, a maksimalna 780 nm, odrediti:
- a) Uglove pod kojima nastaju prvi maks. plave i crvene svetlosti (35,0 mrad i 78,1 mrad)
 b) Širinu spektra prvog reda na ekranu (21,6 mm)
 c) Širinu spektra drugog reda na ekranu (44,0 mm)
 d) Veličinu preklapanja spektara prvog i drugog reda (4,1 mm)
244. Normalno na difrakcionu rešetku koja ima 500 zareza na 1 mm dužine pada svetlost iz cevi napunjene nepoznatim gasom. Difraktovana svetlost se projektuje na ekranu širine 15 cm, koji je 50 cm udaljen od difrakcione rešetke i postavljen normalno na pravac upadne svetlosti. U spektru dobijenom na ekranu su opažene linije na rastojanjima $x_1 = 11,05$ cm i $x_2 = 14,18$ cm od pravca upadne svetlosti. Koristeći tablicu u kojoj su navedene neke od talasnih dužina koje zrače hemijski elementi u gasovitom stanju odrediti:
- a) Poreklo linije na rastojanju x_1 od centra (Ca)
 b) Poreklo linije na rastojanju x_2 od centra (Hg)
 c) Da li se pomoću ove aparature može otkriti prisustvo natrijuma u gasu (Ne)

λ (nm)	656	589	587	546	527	495	486	434	430
element	H(α)	Na	He	Hg	Fe	Fe	H(β)	H(γ)	Ca

Prelamanje svetlosti

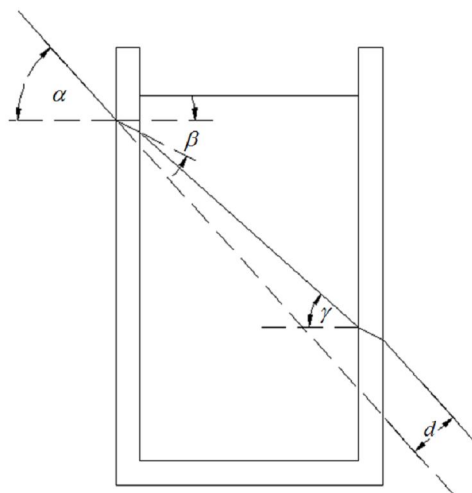
245. Bazen širine 16 m je ispunjen vodom koja miruje. Ako je indeks prelamanja vode 1,6 odrediti kolika mora biti minimalna dubina bazena da bi se, sa nivoa vode, moglo videti dno na suprotnoj strani bazena.

Rešenje: 15,2 m

Zadaci za samostalnu vežbu

246. Svetlosni zraci pod uglom od 60° u odnosu na horizontalu na bočnu površinu zida staklenog suda, prolaze kroz taj zid, zatim kroz tečnost koja ispunjava sud, i izlaze kroz drugi zid suda kako je to prikazano na skici. Sud je načinjen od stakla debljine 1 cm, a širina sloja tečnosti u sudu je 10 cm. Ako je indeks prelamanja stakla od koga je načinjen sud 1,5, a indeks prelamanja tečnosti 1,2, odrediti:

- Ugao u odnosu na horizontalu pod kojim se kreće svetlost kroz staklo (35,2⁰)
- Ugao u odnosu na horizontalu pod kojim se kreće svetlost kroz tečnost (46,2⁰)
- Dužinu paralelnog pomeraja zraka po izlasku iz suda (4,76 cm)



247. Koliki treba da je indeks prelamanja stakla da bi, pri upadnom uglu $\alpha = \pi/4$ na granicu staklo-vazduh, svetlosni zrak pretrpeo totalnu refleksiju.

Rešenje: 1,41

Vibracije

248. Štap dužine 1,2 m načinjen je od čelika gustine $7,8 \text{ g/cm}^3$ i Jungovog modula elastičnosti 200 GPa i Poasonovog koeficijenta 0,2 učvršćen je na oba kraja. Odrediti:

- Brzinu prostiranja longitudinalnih mehaničkih talasa kroz ovaj štap (5060 m/s)
- Brzinu prostiranja transverzalnih mehaničkih talasa kroz ovaj štap (4280 m/s)
- Sopstvenu učestanost za transverzalne vibracije ovog štapa (1,78 kHz)
- Učestanost trećeg harmonika sopstvenih transverzalnih vibracija ovog štapa (5,35 kHz)
- Rezonantnu učestanost prinudnih vibracija za silu koja deluje u pravcu štapa (2,11 kHz)

Zadaci za samostalnu vežbu

249. Štap dužine 5 m načinjen je od metala gustine 8 g/cm^3 , Poasonovog koeficijenta 0,3 i Jungovog modula elastičnosti 200 GPa. Odrediti:

- Brzinu prostiranja longitudinalnih mehaničkih talasa kroz ovaj štap (5000 m/s)
- Brzinu prostiranja transverzalnih mehaničkih talasa kroz ovaj štap (3950 m/s)
- Rezonantnu frekvenciju podužnih vibracija ovog štapa za slučaj kada je uklješten na oba kraja (500 Hz)
- Rezonantnu frekvenciju poprečnih vibracija ovog štapa za slučaj kada je uklješten na jednom kraju (197 Hz)