

Kinematika: premo gibanje

1. P 3.1 Avtomobil vozi po avtocesti s stalno hitrostjo 108 km/h. Kolikšno pot prevozi avtomobil v 2 h in kolikšno v 15 s? Koliko minut potrebuje avtomobil za 2700 m dolgo pot? [KS 29](#)
2. P 3.2 Kolesar se odpelje proti 70 km oddaljenem kraju. Prvih 45 km prevozi enakomerno v 1,5 h. Preostali del poti prevozi s stalno hitrostjo 20 km/h.
 - o V kolikšnem času kolesar prevozi celotni pot?
 - o Kolikšna je povprečna hitrost kolesarja na tej poti?
 - o Nariši časovni graf hitrosti in iz njega razberi, kolikšno pot prevozi kolesar drugo uro vožnje? [KS29](#)
3. P 3.3 Telo se giblje prvih 6 s enakomerno s hitrostjo 18 km/h, nato 4 s miruje, nazadnje pa se 10 s giblje enakomerno s hitrostjo 10 m/s v isti smeri kot na začetku. Nariši časovni graf hitrosti in poti! S kolikšno stalno hitrostjo bi se moralo gibati telo, da bi v istem času (20 s) napravilo enako pot? [KS30](#)
4. P 3.10 Vlak odpelje s postaje enakomerno pospešeno in po 750 m vožnje doseže hitrost 54 km/h. V kolikšnem času prevozi to pot? Kolikšen je pospešek vlaka? [KS41](#)
5. P 3.11 Mirujoče telo se začne gibati enakomerno pospešeno in v 10 s napravi 120 m dolgo pot. Kolikšen je pospešek telesa? Kolikšno pot napravi telo v 4 s? Kolikšna je tedaj njegova hitrost? [KS41](#)
6. P 3.13 Hitrost ladje, ki se giblje enakomerno pospešeno, se v eni minuti poveča od 1 m/s na 10 m/s. Kolikšno pot prevozi ladja v tej minuti in kolikšen je njen pospešek? [KS42](#)
7. P 3.14 Hitrost telesa se s časom spreminja tako kot kaže razpredelnica.

t (s) v (m/s)

0 10

2 14

5 20

10 30

- o Opiši, kako se telo giblje v prvih desetih sekundah!
- o Nariši graf hitrosti in zapiši analitični izraz za pospešek!
- o Iz časovnega grafa hitrosti razberi, kolikšno pot napravi telo v prvih petih sekundah gibanja! [KS43](#)

Domače naloge

Tovornjak prevozi razdaljo do Maribora do Ljubljane v 3 urah, če ves čas vozi enakomerno s hitrostjo 50 km/h. Po kolikšnem času prispe v Ljubljano osebni avto, ki vozi enakomerno s hitrostjo 100 km/h, če se v Celju ustavi za pol ure?

3.14 Kako daleč od nas je udarila strela, če zaslišimo grom 1 s (5 s) po blisku? Hitrost zvoka je 340 m/s, hitrost svetlobe 300 000 km/s. [ZFPR 1](#)

3.32 Trije smučarski tekači štartajo istočasno na isti progi. Prvi smučar teče enakomerno s hitrostjo 15 km/h in prispe na cilj ob 11. uri. Drugi smučar, ki teče

enakomerno s hitrostjo 10 km/h, prispe na cilj ob 13. uri. S kolikšno hitrostjo teče tretji smučar, če ves čas teče enakomerno in prispe na cilj točno opoldne? **KS 39**

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Kinematika, Statika*.

2. vaje, 11.10.2000, GR-VSS1

Kinematika: premo gibanje, prosti pad

1. P 3.14 Hitrost telesa se s časom spreminja tako kot kaže razpredelnica.

t (s)	v (m/s)	
0	10	<input type="radio"/> Opiši, kako se telo giblje v prvih desetih sekundah!
2	14	<input type="radio"/> Nariši graf hitrosti in zapiši analitični izraz za pospešek!
5	20	<input type="radio"/> Iz časovnega grafa hitrosti razberi, kolikšno pot napravi telo v prvih petih sekundah gibanja!
10	30	<input type="radio"/>

KS43

2. D 3.15 Avto vozi s hitrostjo 72 km/h proti prehodu za pešce. Na kolikšni razdalji od prehoda mora začeti zavirati, da se ustavi 4 m pred prehodom? Avto zavira enakomerno s pojemkom 4 m/s^2 . Koliko časa se bo avto ustavljal? **51**
3. D 3.52 Kolikšen je najkrajši čas v katerem lahko avtobus prevozi razdaljo med dvema postajama, ki sta med seboj oddaljeni 1 km? Največja dovoljena hitrost avtobusa je 60 km/h, največji dovoljeni pospešek $1,4 \text{ m/s}^2$, največji dovoljeni pojemek pa $2,5 \text{ m/s}^2$. **50**
4. P 3.7 Tovorni vlak vozi s stalno hitrostjo 54 km/h mimo postaje A proti postaji B. V istem trenutku vozi mimo postaje B proti postaji A potniški vlak s stalno hitrostjo 72 km/h. Postaji sta oddaljeni 12,6 km. Kje in kdaj se vlaka srečata? Nalogo reši tudi grafično! **KS 33**
5. Na sliki je časovni graf hitrosti za gibanje točkastega telesa. Nariši grafa poti v odvisnosti od časa in pospeška v odvisnosti od časa! Kolikšno pot opravi telo?
6. P 3.18 Telo spustimo z višine 45 m, da prosto pada proti tlem. (Zračni upor zanemarimo!)
- Po kolikšnem času in s kakšno hitrostjo pade telo na tla?
 - Kje se nahaja telo po 1,6 s in kolikšna je tedaj njegova hitrost?
 - Na kateri višini, merjeno od tal, ima telo hitrost 20 m/s?
 - kolikšna je hitrost telesa na polovični višini? **KS 52**

Za doma

7. 3.45 Na sliki so narisani časovni grafi hitrosti treh teles, ki se začnejo istočasno gibati iz koordinatnega izhodišča v smeri pozitivne osi x.

- a) Katero telo se giblje s stalnim pospeškom oz. Pojemkom?
b) Ali katero telo med gibanjem spremeni svojo smer?
c) Katero telo je v času T najmanj oddaljeno od koordinatnega izhodišča?
č) Ali se katero izmed teles po določenem času vrne v koordinatno izhodišče?
d) Katero telo napravi v času $2T$ najdaljšo in katero najkrajšo pot? Kolikšni sta? Poti izrazi z začetno hitrostjo v_0 in časom T . **KS 48**
8. D 3.12 Hitrost vlaka se vsakih 10 s poveča za 2 m/s. Po kolikšnem času ima vlak hitrost 70 km/h, če je na začetku miroval? Kolikšno pot prevozi vlak v tem času? **KS 51**
9. D 3.16 Dvigalo doseže po dveh sekundah enakomerno pospešenega gibanja hitrost 1 m/s. Od tega trenutka dalje se giblje enakomerno. Koliko časa potrebuje, da se dvigne na višino 25 m? **KS51**
-

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Kinematika, Statika*.

3. vaje, okt. 2002, GR-VSS1

Vodoravni met, kroženje

1. P 3.18 Telo spustimo z višine 45 m, da prosto pada proti tlem. (Zračni upor zanemarimo!)
 - o Po kolikšnem času in s kakšno hitrostjo pade telo na tla?

- o Kje se nahaja telo po 1,6 s in kolikšna je tedanj njegova hitrost?
 - o Na kateri višini, merjeno od tal, ima telo hitrost 20 m/s?
 - o kolikšna je hitrost telesa na polovični višini? **KS 52**
2. P 4.1 Z 20 m visokega balkona vržemo kamen v vodoravni smeri s hitrostjo 25 m/s.
- o Kje se nahaja kamen 1 s po metu?
 - o Kako daleč, s kolikšno hitrostjo in pod kolikšnim kotom prileti kamen na tla?
 - o **KS 75**

Vodoravni met. Smer x enakomerno, smer y prosti pad!

Po 1 s pade v smeri y za 5 m, v smeri x se premakne za 25 m.

Ko pade na tla: $v_x = 25$ m/s, $v_y = \sqrt{2gh} = 20$ m/s. Velikost hitrosti je 32 m/s. Kot glede na podlago je $37,7^\circ$.

3. P 4.11 Telo enakomerno kroži. V 1,2 s se zasuka za kot 150° in pri tem opiše 131 cm dolg lok.
- o Kolikšni sta kotna in obodna hitrost?
 - o Kolikšen je polmer krožnice, po kateri telo kroži? Kolikšen je radialni pospešek telesa?
 - o Kolikšna sta frekvenca in obhodni čas? **KS 86**

a) $\omega = 2,2$ s⁻¹, $v = 1,1$ m/s. Hitrost izračunamo po $v = l/t$.

b) lok = kot x radij, sledi $r = 50$ cm. $a_r = 2,4$ m/s².

c) $v = 0,35$ s⁻¹, $t_0 = 2,86$ s.

4. P 4.15 Zobati kolesi sta povezani z verigo. Premer pogonskega kolesa je 18 cm, premer gnanega kolesa je 8 cm. S kolikšno frekvenco se vrti manjše kolo, če se večje kolo vrti s frekvenco 360 vrtljajev na minuto? S kolikšno hitrostjo se giblje veriga? V kolikšnem času manjše kolo napravi 1000 vrtljajev? Kolikokrat se medtem zavrti večje kolo? **KS 90**

Zaradi skupne verige mora biti obodna hitrost na obeh kolesih enaka. $v_1 = v_2$. Dobimo $v_2 = r_1/r_2 v_1 = 13,5$ s⁻¹. Hitrost verige je 6,8 m/s. Malo kolo naredi 1000 vrtljajev v 74 s. Veliko v tem času naredi 2789,7 radianov = 444 obratov.

5. P 4.16 Voziček se giblje po vodoravnih tleh enakomerno s hitrostjo 1,5 m/s. Voziček ima štiri enaka kolesa s polmerom 20 cm. S kolikšno frekvenco se vrtijo kolesa? Kolikšen je radialni pospešek točke na obodu kolesa? Koliko obratov napravi kolo v času, v katerem se voziček premakne za 100 m? Kolesa se vrtijo brez podrsavanja!

KS 91

Obodna hitrost je enaka hitrosti vozička. Sledi iz: $v_{\text{voz}} = \text{obseg}/\text{obhodni čas} = \omega r = v_{\text{obodna}}$. $\omega = 7,5$ s⁻¹. Frekvenca je 1,2 s⁻¹. Ko se premakne za 100 m naredi 79,3 obratov.

Za doma

6. Geostacionarni sateliti krožijo okoli Zemlje na višini 42.300 km od središča Zemlje. Kolikšna je njihova hitrost?

$t_0 = 1$ dan. $\omega = 7,27 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹. Hitrost satelita $v = \omega r = 3076$ m/s.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami;
Kinematika, Statika.

4. vaje, okt. 2002, GR-VSŠ1

Tlak, sile

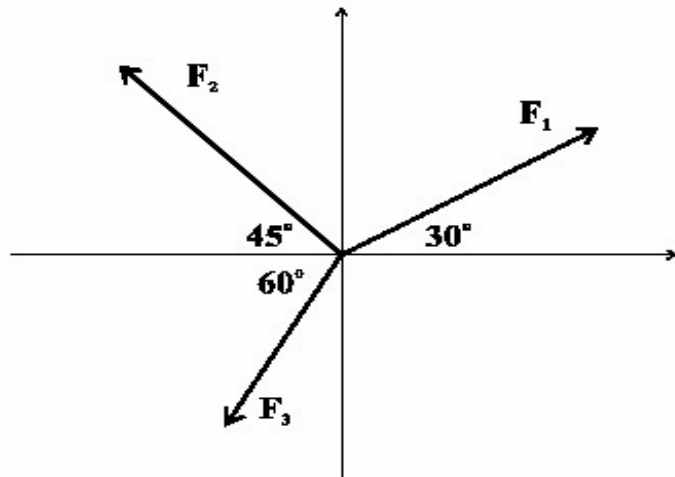
1. Skala v obliki prisekane piramide z osnovno ploskvijo 3 m^2 in prostornino $4,5 \text{ m}^3$ stoji na ravni podlagi. S kolikšnim tlakom deluje skala na podlago? Gostota skale je $4,8 \text{ g/cm}^3$.

Masa skale je 21,6 ton. $p = 72,0 \text{ kPa}$.

2.

P 5.17 Izračunaj rezultanto sil: $|\mathbf{F}_1| = 50 \text{ N}$, $|\mathbf{F}_2| = 60 \text{ N}$, $|\mathbf{F}_3| = 40 \text{ N}$, ki so narisane na sliki!

$F_{1x} = 43,3 \text{ N}$, $F_{1y} = 25 \text{ N}$, $F_{2x} = -42,4 \text{ N}$, $F_{2y} = 42,4 \text{ N}$, $F_{3x} = -20 \text{ N}$, $F_{3y} = -34,6 \text{ N}$.
Vsota je $(-19,1 \text{ N}, 32,8 \text{ N})$, velikost 38 N in kot $59,8^\circ$.



KS 118

3. P 5.20 Škripec z maso $0,4 \text{ kg}$ je obešen na kavelj na stropu. Po obodu škripca je napeljana lahka vrvica, na kateri sta pritrjeni krogli z masama $2,6 \text{ kg}$ in $5,0 \text{ kg}$.
 - a) S kolikšno silo moramo podpirati težjo kroglo, da krogli mirujeta? Kolikšna je sila v vrvici? S kolikšno silo učinkuje kavelj na kljuko škripca?
 - b) S kolikšno silo moramo vleči navzdol lažjo kroglo, da tudi v tem primeru uteži mirujeta? Ali se sila na kljuko spremeni? **KS 122**

Sila je po celi vrvi enako velika! Kavlje na škripec deluje z 56 N .

Če vlešemo deluje kavelj na škripec s 104 N . Vlečemo oz. pritiskamo pa s 24 N .

Za doma

4. D 5.14 Na klancu z naklonskim kotom 37° miruje predmet z maso 15 kg . Težo predmeta razstavi na komponento, ki je vzporedna s klancem (dinamična komponenta) in na komponento, ki je pravokotna na klancem (statična komponenta)! Kako veliki sta ti komponenti? **KS 120**

$F_d = 90 \text{ N}$, $F_s = 120 \text{ N}$.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Kinematika, Statika*.

Računska primera na predavanjih, 30.okt.2002, GR-VSŠ

Navori

- KS P 5.33 Na vodoravnih tleh stoji 120 cm visok homogen betonski kvader, ki ima za osnovno ploskev kvadrat s stranico 50 cm . Gostota kvadra je $2,5 \text{ g/cm}^3$.

1. S kolikšno silo se moramo vzporedno s tlemi upreti pravokotno na zgornji rob kvadra, da ga prevrnemo?
2. Kako moramo potisniti zgornji rob kvadra, da ga prevrnemo z najmanjšo silo? Kolikšna je ta sila? **KS144**

1. Sila vzporedna zgornjemu robu kvadra je 1,53 kN.

2. Najmanjša bo, ko bomo potiskali s silo, ki je pravokotna na ročico, to je diagonalo kvadra. Takrat je sila 1,41 kN.

Sile pri kroženju, avto v ovinku

- Kolikšna je največja hitrost s katero lahko avto pelje skozi vodoravni ovinek s polmerom 30 m, da ne zdrsne? Koeficient lepenja med kolesi in cesto je 0,4. **43DE**

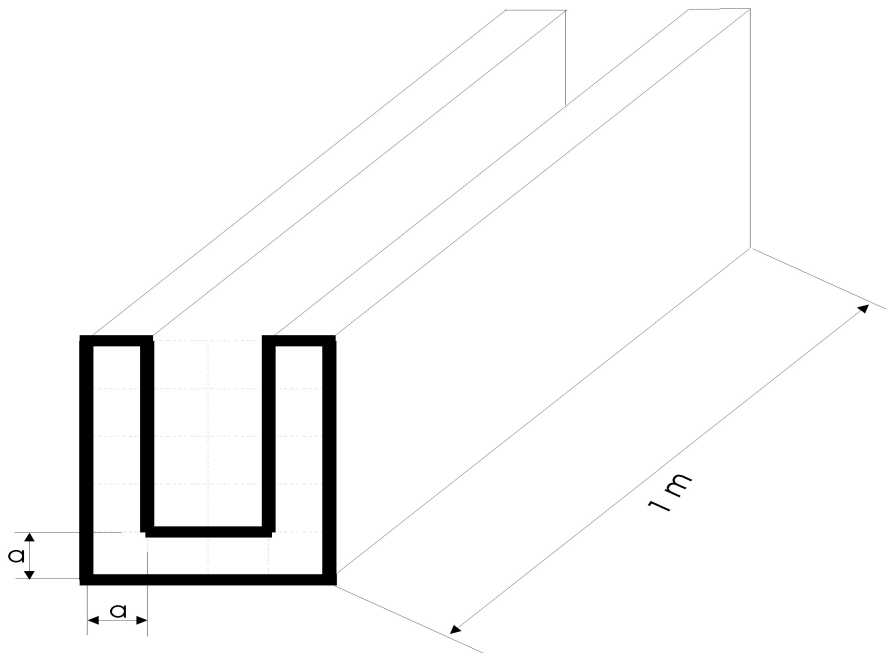
Navečja hitrost skozi ovinek je 39,0 km/h.

Kaj pa, če je cestišče nagnjeno za 10° ?

Takrat je navečja hitrost skozi ovinek 48.6 km/h.

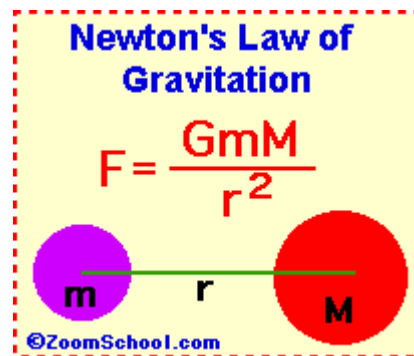
Domača naloga: težišče U profila

- Določi težišče U profila, ki je narisano na sliki. $a = 5 \text{ cm}$.



Gravitacija

Gravitacija



Vsa nebesna opazovanja do [Kopernika](#) (vrtimo se okoli Sonca!) in [Keplerja](#) lahko strnemo v treh Keplerjevih zakonih:

1. Planet se giblje po elipsi, Sonce je v enem od gorišč elipse.
2. Zveznica med planetom in Soncem opiše v enakih časih enake ploščine.
3. Kvocijent kuba velike polosi elipse in kvadrata obhodnega časa je za vse planete enak.

[Nekaj zgodovine.](#)

Simulacije gibanja planetov: glej [Kvadrakadabra](#).

Zakaj verjamemo, da Newtonov gravitacijski zakon pravilno opisuje silo med telesi?

- Pojasni vse tri Keplerjeve zakone (te je dobil iz meritev).
- Iz grav. zakona lahko napovemo tire kometov (Halley, še v času Newtona).
- Napovedali so lego novih planetov ([Neptun](#), [Pluton](#)), ker se gibanje Urana ni ujemalo z računi po Newtonovem gravitacijskem zakonu.
- Neposreden dokaz: Splošno gravitacijsko konstanto G je izmeril [Henry Cavendish](#) s [torzijsko tehtnico](#) in tako posredno izmeril [maso Zemlje](#).

Zgledi:

- $g(r)$ okoli Zemlje.
- Sateliti, geostacionarni sateliti.
- Prva in druga kozmična hitrost.
- [Plima in oseka](#).

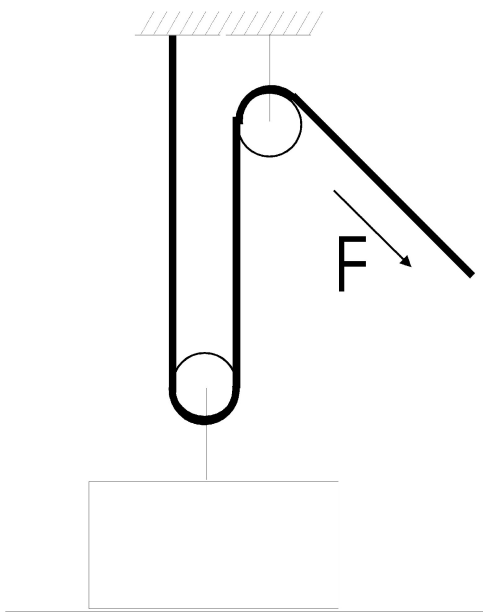
Statika

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

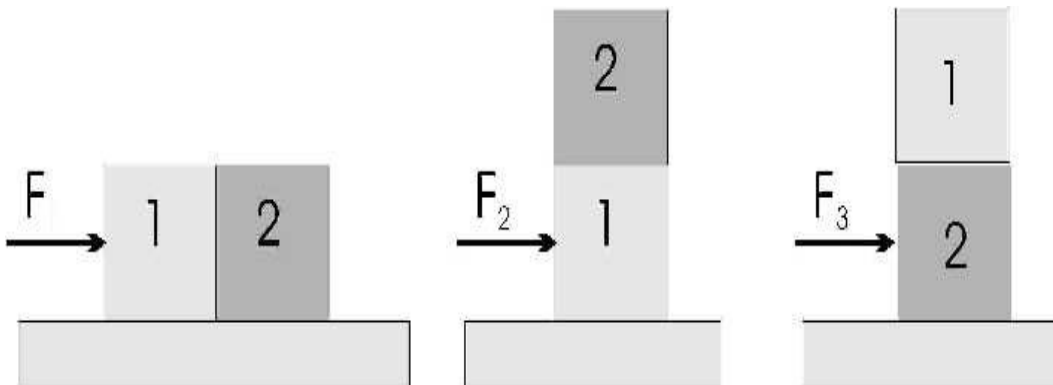
1. D 5.14 Na klancu z naklonskim kotom 37° miruje predmet z maso 15 kg. Težo predmeta razstavi na komponento, ki je vzporedna s klancem (dinamična komponenta) in na komponento, ki je pravokotna na klanec (statična komponenta)! Kako veliki sta ti komponenti? **KS 120**

$$F_d = 90 \text{ N}, F_s = 120 \text{ N}.$$

2. Betonski kvader z maso 200 kg je na sredini pritrjen na gibljiv škripec kakor kaže slika. S kolikšno silo moramo potegniti za vrv, da kvader privzdignemo? Maso škripcem in vrvi lahko zanemarimo.



3. KS 5.73 Dve enako težki telesi potiskamo po vodoravnih tleh, kot kažejo slike. Telesi se v vseh treh primerih gibljeta enakomerno. Koeficient trenja prvega telesa je k_{t1} , drugega telesa je k_{t2} . **KS 137**



Razvrsti potisne sile (F_1 , F_2 , F_3) po velikosti od največje do najmanjše, če je $k_{t1} < k_{t2}$!

$$F_1 = mg(k_{t1} + k_{t2}), F_2 = 2mg k_{t1}, F_3 = 2mg k_{t2}$$

4. 5.59 Na mizi leži klada z maso 4 kg. Koeficient lepenja med klado in mizo je 0,3. Na klado sta pritrjeni lahki vrvici, na katerih visita telesi z masama 0,6 kg in 2,4 kg. Kolikšno utež moramo položiti na klado, da miruje? **KS 135**

Klada miruje, če je masa dodatne uteži najmanj 2 kg.

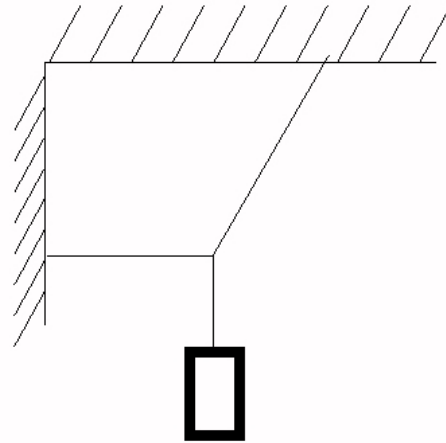
"Redne" vaje, 8:15-9:00

1.

P 5.23 Krogla z maso 2 kg je pritrjena na dve vrvici kot kaže slika. Poševna vrvica oklepa z vodoravnico kot 60° . S kolikšnimi silama sta napeti vrvici? Kolikšen kot mora poševna vrvica oklepati z vodoravnico, da je sila v vodoravni smeri najmanjša?

KS 126

$$|F_{\text{poševna}}| = 23,1 \text{ N.}$$



2. P 5.22 S kolikšno stalno silo moramo pod kotom 30° glede na vodoravna tla potiskati sani z maso 55 kg, da se gibljejo enakomerno? Koeficient trenja med sanmi in tlemi je 0,04. Največ kolikšen kot lahko ta sila oklepa s tlemi, da se sani še gibljejo? **KS 125**

Sila $F = k_t F_g / \cos\alpha - k_t \sin\alpha$. Pri kotu 30° je 26 N. Rešitev je smiselna dokler je imenovalac pozitiven. Sledi pogoj $\alpha_{\text{max}} = 87,7^\circ$. Pri večjih kotih bi bila sila trenja večja od vodoravne komponente sile s katero potiskamo.

3. 5.74 Zaboja z masama 100 kg in 60 kg sta zvezana s togo vrvjo. Vlečemo ju po vodoravni podlagi, enkrat tako, da vlečemo za lažji zaboj, drugič za težji. Koeficient trenja med zabojema in podlago je 0,1. Določi vlečni sili in sili v vrvicah, če se zaboja v obeh primerih gibljeta enakomerno! **KS 137**

Vlečna sila je v obeh primerih enaka: $F = (m_1 + m_2) k_t g$, sili v vrvicah sta pa odvisni od tega kateri zaboj vleče vrvica. V enem primeru je $F_v = k_t m_1 g$, v drugem pa m_1 zamenjamo z m_2 .

4. P 5.28 Lahka palica je podprta na četrtini dolžine. Na krajšem koncu palice visi utež z maso 3,6 kg. S kolikšno silo moramo tiščati navpično navzdol daljši konec, da palica miruje v vodoravni legi? **KS 140**

Zapiši ΣF v navpični smeri = 0. Ne poznaš sile podpore in sile s katero tiščimo. Zato rabimo še eno enačbi. Ta bo ΣM na izbrano osišče = 0, če se palica ne vrti. Osišče ponavadi postavimo v prijemališče ene od neznanih sil. Tako dobimo dve enačbi za dve neznani sili in izračunamo $F = 12 \text{ N}$.

5. P 5.29 Na enem koncu 4 m dolge deske z maso 20 kg sedi fant z maso 32 kg, na drugem koncu pa fant z maso 60 kg. Kje mora biti deska podprta, da miruje v vodoravni legi? **KS 141**

Velikost sile podpore ne poznamo, zato v nejenem prijemališču izberemo os, glede na katero bomo napisali zahtevo $\Sigma M = 0$.

$F_{g1} (L-x) + F_g (L/2 -x) = x F_{g2}$, kjer je x razdalja do težjega fanta (F_{g2}). Rezultat: $x = 1,5$ m.

6. P 5.31 20 N težka homogena palica je z enim koncem pritrjena na tečaj na stropu, v katerem se lahko vrti brez trenja. S kolikšno silo moramo potegniti v vodoravni smeri spodnji konec palice, da se odkloni za 30° od navpičnice? **KS 143**

Sile v ležju ne poznamo. Ne velikosti ne njene smeri. Zato vanjo postavimo osišče. $F_{vlečna} = F_g / 2 \operatorname{tg} \alpha = 5,8$ N.

Za doma

7. P 5.30 Kolo s polmerom 20 cm je pritrjeno na kolo s polmerom 30 cm. Kolesi sta nasajeni na skupno vodoravno os, okrog katere se lahko vrtita brez trenja. Po obodu koles sta naviti vrvi, na katerih sta pritrjeni uteži. Na vrvi, ki je navita okrog manjšega kolesa, visi utež z maso 45 kg. Kolikšna je masa uteži, ki visi na koncu druge vrvi:
- če uteži mirujeta,
 - če se uteči gibljeta enakomerno?

KS 142

Odgovora pod a) in b) bosta enaka, ker je vsota navorov enaka nič če telo miruje ali se vrti enakomerno. $m_2 = 30$ kg.

Seminar: Kotaljenje

1. P 4.16 Voziček se giblje po vodoravnih tleh enakomerno s hitrostjo 1,5 m/s. Voziček ima štiri enaka kolesa s polmerom 20 cm. S kolikšno frekvenco se vrtijo kolesa? Kolikšen je radialni pospešek točke na obodu kolesa? Koliko obratov napravi kolo v času, v katerem se voziček premakne za 100 m? Kolesa se vrtijo brez podrsavanja!

KS 91

Obodna hitrost je enaka hitrosti vozička. Sledi iz: $v_{voz} = \text{obseg}/\text{obhodni čas} = \omega r = v_{obodna}$. $\omega = 7,5 \text{ s}^{-1}$. Frekvenca je $1,2 \text{ s}^{-1}$. Ko se premakne za 100 m naredi 79,3 obratov.

2. Kje moramo udariti kroglo za biljard, da se bo začela kotaliti in ne bo drsela po gladki podlagi?

Kroglo moramo udariti na višini $7/5$ polmera krogle merjeno od tal.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Kinematika, Statika*.

2. Newtonov zakon, sile pri kroženju

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1. P 5.30 Kolo s polmerom 20 cm je pritrjeno na kolo s polmerom 30 cm. Kolesi sta nasajeni na skupno vodoravno os, okrog katere se lahko vrtita brez trenja. Po obodu koles sta naviti vrvi, na katerih sta pritrjeni uteži. Na vrvi, ki je navita okrog manjšega kolesa, visi utež z maso 45 kg. Kolikšna je masa uteži, ki visi na koncu druge vrvi:
a) če uteži mirujeta,
b) če se uteži gibljeta enakomerno? **KS 142**

Odgovora pod a) in b) bosta enaka, ker je vsota navorov enaka nič če telo miruje ali se vrti enakomerno.
 $m_2 = 30 \text{ kg}$.

2. P 5.29 Na enem koncu 4 m dolge deske z maso 20 kg sedi fant z maso 32 kg, na drugem koncu pa fant z maso 60 kg. Kje mora biti deska podprta, da miruje v vodoravni legi? **KS 141**

Velikost sile podpore ne poznamo, zato v njenem prijemališču izberemo os, glede na katero bomo napisali zahtevo $\Sigma M = 0$.

$F_{g1}(L-x) + F_g(L/2 - x) = x F_{g2}$, kjer je x razdalja do težjega fanta (F_{g2}). Rezultat: $x = 1,5 \text{ m}$.

3. P 5.31 20 N težka homogena palica je z enim koncem pritrjena na tečaj na stropu, v katerem se lahko vrti brez trenja. S kolikšno silo moramo potegniti v vodoravni smeri spodnji konec palice, da se odkloni za 30° od navpičnice? **KS 143**

Sile v ležju ne poznamo. Ne velikosti ne njene smeri. Zato vanjo postavimo osišče. $F_{vlečna} = F_g / 2 \operatorname{tg} \alpha = 5,8 \text{ N}$.

4. P 1.13 Na klancu z naklonskim kotom 40° je zaboj z maso 100 kg. Koeficient trenja med zabojem in klancem je 0,2. S kolikšno silo moramo zadrževati zaboj, da drsi navzdol: **18 DE**
a) s pospeškom 2 m/s^2 ,
b) enakomerno?

Da drsi pospešeno mora biti sila 290 N, enakomerno 490 N.

"Redne" vaje, 8:15-9:00

1. P 1.5 Sani, ki jih porinemo po vodoravni cesti, se po 5 s ustavijo na razdalji 10 m.
a) Kolikšna je bila začetna hitrost sani? Kolikšen je koeficient trenja med sanmi in cesto?
b) S kolikšno hitrostjo moramo poriniti sani, da med ustavljanjem prevozijo 40 m?

DE 12

Iz kinematike izračunamo pojemek $0,8 \text{ m/s}^2$. Povzroča ga sila trenja. Sledi $k_t = 0,08$. Začetna hitrost je 4 m/s .

b) Iz $v^2 = v_0^2 - 2 a x$ sledi $v_0 = 8 \text{ m/s}$.

2. P 2.1 Na vodoravno ploščo, ki se lahko vrti okrog navpične osi, položimo 15 cm od osi predmet z maso 60 g. Koeficient lepenja med predmetom in ploščo je 0,6.

Kolikšna centripetalna sila deluje na telo, ko se plošča vrti enakomerno s frekvenco $0,65 \text{ s}^{-1}$? S kolikšno največjo frekvenco se lahko vrti plošča, da predmet ne zdrsne?

DE 40

Centripetalna sila je v tem primeru sila lepenja. $a_r = \omega^2 r = (2\pi\nu)^2 r$. $F_{cp} = 0,15 \text{ N}$. Največjo frekvenco določa največja sila lepenja: $\nu_{maks} = 1 \text{ s}^{-1}$.

3. P 2.3 Sedež vrtljaka visi na 5 m dolgi vrvi, ki je pritrjena na 4 m dolgi vodoravni ročici. S kolikšno kotno hitrostjo se vrti vrtljak, če vrv oklepa z navpičnico kot 30° ? Kolikšna je sila v vrvi? Masa sedeža je 13 kg. DE 41

Rezultanta sile teže in sile v vrvi je centripetalna sila. $\omega = 0,94 \text{ s}^{-1}$. Sila v vrvi je 150 N.

4. P 2.5 Avtomobil z maso 1,2 t vozi s stalno hitrostjo 45 km/h proti vrhu polkrožnega klanca s polmerom 90 m. S kolikšno silo pritiska cesta v pravokotni smeri na kolesa avtomobila na vrhu klanca? Najmanj kolikšno hitrost bi moral imeti avtomobil, da bi se na vrhu klanca odlepil od ceste (skočil)? DE 44

Na vrhu klanca: $F_g - N = m a_r$. $N = 9,9 \text{ kN}$.

Ko avtomobil skoči s ceste je sila podlage N enaka 0. To se zgodi pri hitrosti 30 m/s.

5. ZFN 5.8 Telo porinemo z začetno hitrostjo 20 m/s v klanec z naklonskim kotom 30° . Po kolikšnem času in s kolikšno hitrostjo se vrne? Koeficient trenja je 0.2. ZFN 50

Ko gre gor je pojemek $a = g(k\cos\alpha + \sin\alpha) = 6,73 \text{ m/s}^2$. Pot navzgor je 29,7 m v času 3 s.

Pri spuščanju je pospešek $3,27 \text{ m/s}^2$. Čas spuščanja je 4,3 s in končna hitrost 14 m/s.

Seminar

1. Bungee jumping.
2. Prostornina pri raztezanju žice. Poissonovo število.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija*.

8. vaje, 29. nov. 2002, GR-VSŠ

Delo, energija, moč

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1. Naloge iz prvega kolokvija.

"Redne" vaje, 8:15-9:00

1. P 7.2 Lokomotiva vleče vlak s stalno silo 80 kN po vodoravnem tiru. Vlak se giblje enakomerno s hitrostjo 72 km/h. Kolikšno delo opravi lokomotiva v eni uri? Kolikšna je moč lokomotive? Kolikšno delo opravi v tem času teža vlaka in kolikšna sila trenja?

DE 120

$A = F \cdot s = 5,8 \text{ GJ}$. Moč $P = A/t = F v = 1,6 \text{ MW}$. Delo sile teže je 0, delo sile trenja je $-5,8 \text{ GJ}$.

2. P 7.4 Črpalka z močjo 20 kW potiska vodo 10 m visoko. V kolikšnem času prečrpa črpalka 40 m^3 , če je njen izkoristek 65%? DE 121

Izkoristek = koristna moč/vložena moč (npr. električna). Delo $A = F_g h = m g h$, $P = A/t = \eta P_0$, $t = 5,1 \text{ min}$.

3. P 7.8 Avtomobil z maso 1,5t pelje s stalno hitrostjo 120 km/h po klanecu navzdol. Gibanje avtomobila zavira sila trenja, koeficient trenja je 0,015, in zračni upor, ki pri tej hitrosti znaša 1,8 kN. S kolikšno močjo deluje motor avtomobila, če je strmina klanca 7%? DE 124

Sila s katero mora motor "vleči" avto je $F_m = 978 \text{ N}$. Moč motorja $P_m = F_m \cdot v = 32,6 \text{ kW}$.

4. P 7.26 Ob jezeru je 15 m visoka skala, s katere vržemo kamen s hitrostjo 20 m/s pod kotom 30° glede na vodoravnico.
a) Kako visoko nad vodno gladino se kamen dvigne?
b) S kolikšno hitrostjo in pod kakšnim kotom kamen pade v vodo?
c) S kolikšno hitrostjo pade kamen v vodo, če metni kot podvojimo?

DE 147

$W_k = m v^2/2$ in $W_p = mgh$.

Če je delo vseh zunanjih sil enako nič je energija na začetku enaka energiji na koncu. Kamen se dodatno dvigne za 5 m.

Hitrost kamna pri padcu v vodo je 26,5 m/s. Vodoravna komponenta hitrosti je enaka kot na začetku 17,3 m/s, kot glede na vodoravnico 49° .

Če metni kot podvojimo se hitrost s katero pade kamen v vodo ne spremeni. Spremeni se le kot pod katerim pade.

5. P 7.33 Smučar se spusti z vrha 8 m visokega klanca z naklonskim kotom 15° . Klanec se v vznožju izteče v vodoraven travnik, na katerem je enak sneg kot na klanecu. Smučar se na travniku ustavi, ko prevozi 60 m dolgo pot. Kolikšen je koeficient trenja med snegom in smučmi? Kako se koeficient trenja izraža z višino klanca in celotnim vodoravnim premikom smučarja? DE 155

Gledamo začetno in končno stanje. V obeh je kinetična energija enaka 0.

$k_t = h/L$, L je pot po vodoravnem + vodoravni premik po klanecu. $k_t = 0,09$.

6. P 7.37 Ob navpično steno je prislonjena 200 cm dolga homogena letev. Letev izmaknemo iz labilne ravnovesne lege, da začne padati.
a) Kolikšna je kotna hitrost letve pri udarcu ob tla? S kolikšno hitrostjo udari ob tla konec letve?
b) Kolikšna je hitrost težišča letve v trenutku, ko s tlemi oklepa kot 30° ?

DE 161

Rotacijska kinetična energija $W_r = J \omega^2/2$. Vztrajnostni moment palice glede na os okoli katere se letev vrti $J = m L^2/3$.

a) $\omega = 3,87/\text{s}$, $v = 7,75 \text{ m/s}$.

b) Hitrost težišča je 2,74 m/s.

Seminar

Elektrarne

1. V Litostroju so za hidroelektrarno Mavrovo v Makedoniji, kjer je padec vode 525 m, izdelali Peltonovo turbino, ki obratuje z močjo 36,5 MW. Kolikšen je izkoristek turbine, če vanjo priteka vsako sekundo $8,0 \text{ m}^3$ vode?

$P_0 = mgh/t = 42,0 \text{ MW}$. Izkoristek 87%.

2. P 7.15 Električni generator na veter ima vetrnico s presekom 30 m^2 . Kolikšno električno moč daje generator pri hitrosti vetra 10 m/s , če izkorišča 10% kinetične energije vetra? Gostota zraka je $1,3 \text{ kg/m}^3$.

DE 132

$A_{\text{elektr}} = \eta W_k$. Moč generatorja je $P = 2,0 \text{ kW}$.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija*.

9. vaje, 6. dec. 2002, GR-VSŠ

Delo, energija, moč

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1. P 7.8 Avtomobil z maso 1,5t pelje s stalno hitrostjo 120 km/h po klancu navzdol. Gibanje avtomobila zavira sila trenja, koeficient trenja je 0,015, in zračni upor, ki pri

tej hitrosti znaša 1,8 kN. S kolikšno močjo deluje motor avtomobila, če je strmina klanca 7%?

DE 124

Sila s katero mora motor "vleči" avto je $F_m = 978 \text{ N}$. Moč motorja $P_m = F_m \cdot v = 32,6 \text{ kW}$.

2. P 7.41 Na tetivo loka položimo 70-gramsko puščico. Tetivo potegnemo za 40 cm s povprečno silo 150 N. Za koliko se pri tem poveča prožnostna energija loka? Kako visoko odleti puščica, če jo izstrelimo navpično navzgor? Izgube zanemarimo.

DE 178

Prožnostna energija se poveča za delo, ki ga opravimo pri napevanju = 60 J. Puščica se dvigne na višino 86 m.

3. P 7.33 Smučar se spusti z vrha 8 m visokega klanca z naklonskim kotom 15° . Klanec se v vznožju izteče v vodoraven travnik, na katerem je enak sneg kot na klanecu. Smučar se na travniku ustavi, ko prevozi 60 m dolgo pot. Kolikšen je koeficient trenja med snegom in smučmi? Kako se koeficient trenja izraža z višino klanca in celotnim vodoravnim premikom smučarja? DE 155

Gledamo začetno in končno stanje. V obeh je kinetična energija enaka 0.
 $k_t = h/L$, L je pot po vodoravnem + vodoravni premik po klanecu. $k_t = 0,09$.

4. Oglej prvega kolokvija.

"Redne" vaje, 8:15-9:00

1. P 7.37 Ob navpično steno je prislonjena 200 cm dolga homogena letev. Letev izmaknemo iz labilne ravnovesne lege, da začne padati.
 - a) Kolikšna je kotna hitrost letve pri udarcu ob tla? S kolikšno hitrostjo udari ob tla konec letve?
 - b) Kolikšna je hitrost težišča letve v trenutku, ko s tlemi oklepa kot 30° ? DE 161

Rotacijska kinetična energija $W_r = J \omega^2/2$. Vztrajnostni moment palice glede na os okoli katere se letev vrti $J = m L^2/3$.

- a) $\omega = 3,87/\text{s}$, $v = 7,75 \text{ m/s}$.
- b) Hitrost težišča je 2,74 m/s.

2. P 1.13 Na kljuko na stropu pritrdimo 350 cm dolgo žico in nanjo obesimo utež z maso 240 dag. Presek žice je $1,00 \text{ mm}^2$, prožnostni modul 120 GPa.
 - a) Koliko zunanjih sil deluje na žico?
 - b) Kako je obremenjena žica? Kolikšna sta notranja sila in napetost v žici?
 - c) Za koliko je žica raztegnjena? Kolikšna je dolžina obremenjene žice?
 - č) Kolikšen je relativni raztezek žice?
 - d) Za koliko milimetrov in za koliko odstotkov je raztegnjena zgornja polovica žice?
 - e) Ali se pri deformaciji žice spremeni njen presek? ZST 31

Sile na žico: lastna teža, sila s katero spodnji konec vleče navdol (teža uteži 24 N) in zgoraj sila kljuke. Sila kljuke je 24 N plus sila teže žice, ki jo zanemarimo. Žica je obremenjena na nateg. Notranja sila v žici je v vsakem preseku enaka 24 N. Napetost v žici je $\sigma = 24 \text{ N/S} = 24 \text{ MPa}$. Raztezek iz Hookovega

zakona: $F/S = E \Delta l / l$, $\Delta l = 0,7$ mm. Relativni raztezek žice je $2 \cdot 10^{-4} = 0,02\%$. Ni odvisen od dolžine žice! (Glej Hookov zakon.) Ko se žica raztegne se njen presek nekoliko zmanjša: $\Delta r/r = \mu \Delta l/l$, μ je Poissonovo število, za aluminij 0,34, za gumo 0,48. Sprememba prostornine je: $\Delta V/V = (1-2\mu)F/(ES)$. Sila F je pozitivna, če žico raztegujemo, takrat se prostornina poveča in negativna, ko stiskamo, prostornina se v tem primeru zmanjša. Vidimo, da se za $\mu = 0,5$ prostornina ne bi spremenila. Tako se približno obnaša guma.

3. ZST P 1.18 V posodi, ki jo zapira gibljiv bat, je živo srebro. Na bat začne učinkovati tolikšna sila, da se tlak v živem srebru poveča za 270 bar. Za koliko odstotkov se pri tem spremeni gostota živega srebra? Stisljivost živega srebra je $3,7 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$.

ZST 37

Relativna sprememba prostornine tekočine je premo sorazmerna s spremembo tlaka $\Delta V / V = -\chi \Delta p$.

$$V_{\text{nova}} = V_0 - V_0 \chi \Delta p$$

$$m_{\text{nova}} = m_0$$

$$\rho_{\text{nova}} = \rho_0 / (1 - \chi \Delta p). \text{ Gostota se poveča za } 0,1\%$$

4. P 2.2 Zračni tlak na gladini jezera je 1 bar.
 a) Kolikšen je tlak 4 m pod gladino?
 b) V kolikšni globini je težni tlak enak 1,0 bar?
 c) Kolikšen je tlak na globini 100 m? ZST 50

Tlak na globini h je vsota zračnega tlaka in težnega tlaka ($\rho g h$).

V globini 4 m je tlak 1,4 bar. Težni tlak je 1 bar v globini 10 m. V globini 100 m je tlak 11 bar. **Seminar**

Ozračje

1. D 2.8 S kolikšno silo pritiska zrak od zgoraj na 40 m dolgo in 25 m široko vodoravno streho hiše? ZST 74

$F = p S = 100 \text{ MN}$. Z enako silo pritiska tudi zrak na podstrešju streho navzven. Če zunaj piha veter, je tam tlak manjši (Bernoulijeva enačba, zunanji zrak ima hitrost) in zato veter "dviga" strehe.

2. Kolikšno spremembo višine stolpca Hg pokaže zaprt živosrebrni manometer, če se dvignemo za 10 m? $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{zrak}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$

Višina stolpca v barometru se spremeni za 0,95 mm.

3. Do kolikšne višine bi segalo ozračje, če se gostota zraka z višino ne bi spreminjala? $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$, $p_0 = 1013 \text{ mbar}$.

$$p_0 = \rho g h. \text{ Sledi } h = 8,013 \text{ km}.$$

4. Kako bi se višino spreminjal tlak v ozračju, če bi imel zrak povsod enako temperaturo?

$$p = p_0 e^{-z/z_0}, z_0 = 8,013 \text{ km}.$$

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija* ali *Zgradba snovi, tekočine*.

10. vaje, 13. dec. 2002, GR-VSS

Tlak, vzgon

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1.

P 2.5 V posodo z vodo je potopljena cev, polna vode, ki jo na drugem koncu zapira ventil. Zračni tlak na gladini vode v posodi je 1,0 bar. Kolikšni so tlaki v točkah A, B in C ($h_1 = 2$ m, $h_2 = 3$ m)? Na katerem mestu v desnem kraku cevi je tlak enak zračnemu tlaku? Kaj se zgodi s temi tlaki, če ventil odpremo?

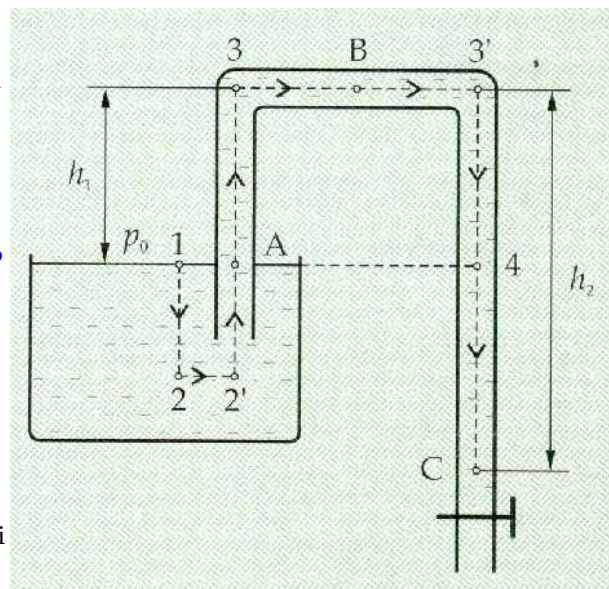
ZST 53

$$p_1 = p_A = p_0.$$

$$p_3 = p_B = 0,8 \text{ bar.}$$

$$p_C = 1,1 \text{ bar.}$$

Ko ventil odpremo, deluje cev kot natega. Tlaki se zmanjšajo.



2. P 2.7 V 200 cm visoki valjasti posodi je metan z gostoto $1,32 \text{ kg/m}^3$. Tlak na dnu posode je 2,15 bar. Kolikšen je tlak plina na vrhu posode? Predpostavljamo, da ima plin v posodi povsod enako gostoto. $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. ZST 55

$$\Delta p = \rho g h.$$

Tlak na vrhu posode je manjši za 0,00026 bar. Zato pri običajni natančnosti vzamemo, da plin pritiska na vse stene posode z enakim tlakom.

3. P 2.3 V kolikšni globini je tlak v vodi dvakrat večji kot v globini 5,0 m? Zračni tlak na gladini je 1,0 bar. ZST 51

V globini 20 m.

4. ZST P 1.18 V posodi, ki jo zapira gibljiv bat, je živo srebro. Na bat začne učinkovati tolikšna sila, da se tlak v živem srebru poveča za 270 bar. Za koliko odstotkov se pri tem spremeni gostota živega srebra? Stisljivost živega srebra je $3,7 \cdot 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$.

ZST 37

Relativna sprememba prostornine tekočine je premo sorazmerna s spremembo tlaka $\Delta V / V = -\chi \Delta p$.
 $V_{\text{nova}} = V_0 - V_0 \chi \Delta p$
 $m_{\text{nova}} = m_0$
 $\rho_{\text{nova}} = \rho_0 / (1 - \chi \Delta p)$. Gostota se poveča za 0,1%

2.11. V pokončno valjasto posodo s presekom 100 cm^3 nalijemo 10 l olja, ki ima specifično težo 8,0 N/l. Zračni tlak je 1010 mbar. Kolikšen je tlak olja na polovični globini? Za koliko se poveča sila na dno posode? **ZST 67**

Tlak na polovični globini je $1,05 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Sila na dno posode se poveča za 80 N.

"Redne" vaje, 8:15-9:00

- P 1.13 Na kljuko na stropu pritrdimo 350 cm dolgo žico in nanjo obesimo utež z maso 240 dag. Presek žice je $1,00 \text{ mm}^2$, prožnostni modul 120 GPa.
 - Koliko zunanjih sil deluje na žico?
 - Kako je obremenjena žica? Kolikšna sta notranja sila in napetost v žici?
 - Za koliko je žica raztegnjena? Kolikšna je dolžina obremenjene žice?
 - Kolikšen je relativni raztezek žice?
 - Za koliko milimetrov in za koliko odstotkov je raztegnjena zgornja polovica žice?
 - Ali se pri deformaciji žice spremeni njen presek? **ZST 31**

Sila na žico: lastna teža, sila s katero spodnji konec vleče navdol (teža uteži 24 N) in zgoraj sila kljuke. Sila kljuke je 24 N plus sila teže žice, ki jo zanemarimo. Žica je obremenjena na nateg. Notranja sila v žici je v vsakem preseku enaka 24 N. Napetost v žici je $\sigma = 24 \text{ N/S} = 24 \text{ MPa}$. Raztezek iz Hookovega zakona: $F/S = E \Delta l / l$, $\Delta l = 0,7 \text{ mm}$. Relativni raztezek žice je $2 \cdot 10^{-4} = 0,02\%$. Ni odvisen od dolžine žice! (Glej Hookov zakon.) Ko se žica raztegne se njen presek nekoliko zmanjša: $\Delta r/r = \mu \Delta l/l$, μ je Poissonovo število, za aluminij 0,34, za gumo 0,48. Sprememba prostornine je: $\Delta V/V = (1-2\mu)F/(ES)$. Sila F je pozitivna, če žico raztegujemo, takrat se prostornina poveča in negativna, ko stiskamo, prostornina se v tem primeru zmanjša. Vidimo, da se za $\mu = 0,5$ prostornina ne bi spremenila. Tako se približno obnaša guma.

- P 2.10 Na posodo s plinom je priključen odprt živosrebrni manometer. Gladina živega srebra v priključenem kraku je 305 mm nad gladino živega srebra v odprtem kraku manometra. Kolikšen je tlak plina v posodi? Zračni tlak v okolici posode je 1025 mbar. Gostota živega srebra je $13,55 \text{ kg/dm}^3$. **ZST 58**

Tlak plina v posodi je 620 mbar.

- P 2.11 Tlak plina v zaprti posodi merimo z zaprtim živosrebrnim manometrom. Kolikšen tlak ima plin, če manometer kaže višinsko razliko 1211 mm? Druge podatke vzemi iz prejšnjega primera. Kakšen je vpliv okolnega zraka na višinsko razliko, ki jo kaže manometer? Izmerjeni tlak plina izrazi tudi v torr-ih. **ZST 59**

V zaprtem kraku manometra je vakuum. Okoliški zrak ne vpliva na višino stolpca. Tlak merjen v enotah torr je kar enak višinski razliki stolpcev živega srebra. $p = 1211 \text{ torr} = 1610 \text{ mbar} = 1610 \text{ hPa}$ (hektoPascal, 100 Pascal-ov). Pozor!! Pri odprtem živosrebrnem manometru je treba upoštevati še zračni tlak.

4. P 2.21 Aluminijevo kroglo s premerom 70 mm potopimo do polovice v živo srebro. S kolikšno silo deluje na kroglo živo srebro in s kolikšno roka, če krogla miruje? Gostota aluminija je $2,7 \text{ kg/dm}^3$, gostota živega srebra $13,6 \text{ kg/dm}^3$. **ZST 81**

Sila vzgona je nasprotno enaka teži izpodrinjene tekočine. $F_v = 12,2 \text{ N}$. Navzdol deluje teža krogle in roka. Sila roke je $7,3 \text{ N}$.

5. **ZST P 2.24** Prosti konec vrvice, na kateri visi bakrena krogla, pritrdimo na silomer. Silomer pokaže silo $10,10 \text{ N}$. Ko kroglo potopimo v vodo, silomer kaže silo $8,97 \text{ N}$. Kolikšna je gostota bakra? **ZST 83**

Silomer kaže silo, ki vleče navzdol njegovo kljuko. V zraku je sila na kljuko enaka teži krogle: $F_1 = F_g$. V vodi je $F_2 + F_v = F_g$. Sili F_2 pravimo tudi navidezna teža telesa. Iz prve enačbe dobimo maso krogle, iz druge še prostornino krogle. $\rho = m/V = \rho_0'$, $F_1/(F_1 - F_2) = 8,94 \text{ kg/dm}^3$. ρ_0 je gostota vode.

Seminar, 9:15-10:00

Sila na jez, energija

1. P 2.18. 6 m široko in 5 m globoko pravokotno korito zapira navpična zapornica. Za koliko se poveča sila na zapornico, če korito na eni strani do vrha napolnimo z vodo?

ZST 66

Tlak na zapornico narašča linearno z globino. Ker je širina zapornice konstantna lahko računamo s povprečnim tlakom, ki znaša $0,25 \text{ bar}$. Sila je potem $7,5 \cdot 10^5 \text{ N}$.

2. P 1.5. V naših krajih stoji Sonce najvišje meseca junija, ko je opoldanska višina Sonca okoli 68° .
- a) Kolikšen toplotni tok pada tedaj na 20 m dolgo in 8 m široko vodoravno streho? Gostota sončnega toka je $0,8 \text{ kW/m}^2$.
- b) Koliko toplote prejmejo v eni uri sončni kolektorji, s katerimi je pokrita cela streha, če je izkoristek kolektorjev 40% ?
- c) V kolektorje priteka voda s temperaturo 15°C . Kolikšen mora biti prostorninski pretok vode, da iz kolektorjev odteka voda s temperaturo 60°C ? **T 17**

$P = j S \cos\phi = 120 \text{ kW}$. ϕ je kot med pravokotnico na površino in smerjo žarkov $\phi = 90^\circ - 68^\circ$.

$Q = \eta P t = 173 \text{ MJ}$.

$\eta P t = m c_p \Delta T$. $m/t = 0,25 \text{ kg/s}$.

3. P 1.6. Skozi šobo oljnega gorilca s presekom $2,0 \text{ mm}^2$ teče olje s hitrostjo 50 cm/s . Na izhodu iz šobe olje gori. Kolikšna je moč gorilca? Gostota olja je $0,8 \text{ kg/dm}^3$, specifična sežigna toplota 40 MJ/kg . **T 17**

$Q = P t = m q_s$. Enačbo delimo s časom in dobimo $P = \Phi_m q_s = 32 \text{ kW}$.

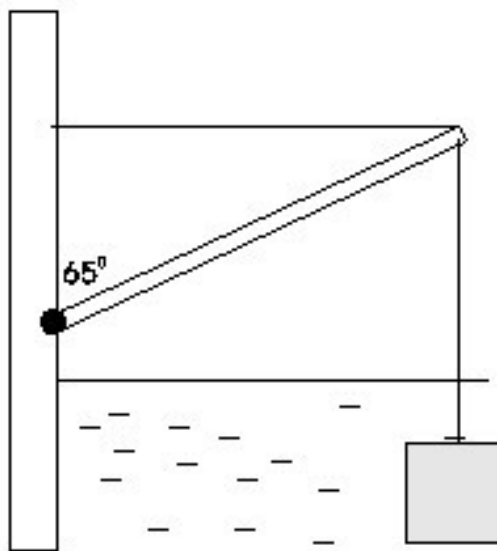
P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija, ali Zgradba snovi, tekočine*.

Vzgon, temperaturno raztezanje, toplota

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1.

Na navpično steno je vrtljivo pritrjen 2,5 m dolg drog z maso 6 kg. Drog drži v legi, kot je narisano na sliki, vodoravna jeklena žica. Na koncu droga je pritrjena druga žica, na kateri je obešena kocka z robom 20 cm in gostoto $2,6 \text{ g/cm}^3$. Kocka je v celoti potopljena v vodo.



- S kolikšno silo pritiska voda na kocko?
- Kolikšna je sila z žici, na kateri je obešena kocka?
- Kolikšna je sila v vodoravni vrvi, ki drži drog?

2. ZST P 2.29 Na obeh straneh zataljena steklena cevka s stalnim presekom, v kateri je malo živega srebra, nam služi kot preprost areometer. Cevko najprej potopimo v vodo, kjer plava pokonci potopljena za 10,0 cm. Ko cevko potopimo v alkohol, se potopi za 2,5 cm globlje. Kolikšna je gostota alkohola? **ZST 95**

Areometer je priprava za neposredno merjenje gostote kapljevine. Gostota alkohola je $0,80 \text{ kg/dm}^3$.

3. T P 1.4. Kolikšen toplotni tok pada na 1 km^2 morske gladine na ekvatorju? Koliko toplote prinesejo sončni žarki v eni uri? Predpostavimo, da so sončni žarki pravokotni na morsko gladino. Gostota sončnega toka je $1,0 \text{ kW/m}^2$. Koliko ton rjavega premoga s specifično sežigno toploto 12 MJ/kg odda pri gorenju enako množino toplote?

T 16

$P = j S = 1,0 \text{ GW}$. Toplota $Q = P t = 1,0 \text{ GWh}$.
Premog: $Q = m q_s$. Masa premoga je 300 ton.

4. Na vodi plava 10 cm debela lesena plošča z gostoto $0,6 \text{ kg/dm}^3$. Osnovna ploskev plošče je kvadrat s stranico 60 cm.
- Kolikšen vzgon deluje na ploščo? Koliko centimetrov plošče gleda iz vode?
 - Za koliko se plošča potopi, če na sredino plošče položimo utež z maso 3,6 kg?
 - Ali lahko ta plošča (brez uteži) nosi 10-kilogramsko deklico?

Sila vzgona je 216 N. Iz vode gleda 4,0 cm plošče.
Ko dodamo utež se plošča potopi še za 1,0 cm.
Plošča z deklico ne potone, iz vode jo gleda še 1,2 cm.

"Redne" vaje, 8:15-9:00

1. P 2.38. 1500,0 mm dolgo palico iz cinka segrejemo od 5,0°C na 65,0°C. Dolžinska razteznost cinka je $3,00 \cdot 10^{-5}/K$.
 - a) Kolikšen je relativni raztezek palice? Za koliko odstotkov se podaljša palica?
 - b) Kolikšen je raztezek palice? Kako dolga je palica po segrevanju?
 - c) Za koliko odstotkov in koliko milimetrov se pri segrevanju raztegne tretjina palice?

T 78

$\Delta l = \alpha l \Delta T$. Relativni raztezek je $\Delta l/l = 1,8 \cdot 10^{-3} = 0,18\%$.

Absolutni raztezek je 2,7 mm, nova dolžina 1502,7 mm.

Tretjina palice je raztegne za enak odstotek kot cela palica. Absolutni raztezek tretjine palice pa znaša tretjino absolutnega raztezka palice.

P 3.6. V loncu s toplotno kapaciteto 600 J/K sta dva litra vode s temperaturo 10°C. Lonec postavimo na prižgano grelno ploščo električnega štedilnika, v kateri je vgrajen grelec z močjo 2,0 kW. Čez pet minut ima voda temperaturo 60°C. Kolikšna je toplotna kapaciteta lonca z vodo? Koliko odstotkov sproščene toplote se je porabilo za segrevanje vode in lonca? T 113

Toplotna kapaciteta vode je $C_v = m_v c_p = 8,4 \text{ kJ/K}$. Toplotna kapaciteta lonca z vodo je vsota obeh toplotnih kapacitet $C = 9 \text{ kJ/K}$. Za segrevanje sta porabila: $Q_{\text{segr}} = C \Delta T = 450 \text{ kJ}$.

V 5 minutah je grelec oddal $Q_{\text{grelec}} = P t = 600 \text{ kJ}$ energije. Za segrevanje se je porabilo $450/600 = 75\%$ sproščene toplote.

P 3.13 Kovinska kroglica z maso 25 g leti v vodoravni smeri s hitrostjo 350 m/s proti pritrtjeni deski. Kroglica desko prebije in iz nje izstopi s hitrostjo 100 m/s. Za koliko se pri tem poveča notranja energija kroglice in deske? Za koliko se kroglica segreje, če prevzame polovico izgubljene mehanske energije? Specifična toplota kroglice je 450 J/kgK. T 120

Kinetična energija kroglice se zmanjša za 1,4 kJ. Za toliko se poveča notranja energija deske in kroglice.

Polovico tega prevzame kroglica, zato se segreje: $0,7 \text{ kJ} = m c_p \Delta T$. Sledi $\Delta T = 63 \text{ K}$.

T P 3.22. V kalorimeterski posodi je 200 g vode s temperaturo 17,3° C. V posodo dolijemo še 200 g vode s temperaturo 50,5° C in vodo premešamo z mešalom. Ko se vzpostavi temperaturno ravnovesje, ima voda temperaturo 33,2° C. Izračunaj toplotno kapaciteto kalorimetra! T 136

Kalorimeter: posoda z vodo, termometer, mešalo in izolacijsko ohišje.

Toplotna kapaciteta kalorimetra je 74,0 J/K

2. V kalorimetru s toplotno kapaciteto 50 J/K imamo vodo z maso 2 kg in temperaturo 10°C. Vanjo spustimo kovino z maso 2 kg in temperaturo 200°C. Kolikšna je specifična toplota kovine, če se v kalorimetru vzpostavi ravnovesna temperatura 20,6°C? Izmenjavo toplote z okolico zanemarimo.

Specifična toplotna kovine je 250 J/kgK.

Seminar, 9:15-10:00

Moč gorilca, napetost zaradi termičnega raztezanja

P 1.6. Skozi šobo oljnega gorilca s presekom 2,0 mm² teče olje s hitrostjo 50 cm/s. Na izhodu iz šobe olje gori. Kolikšna je moč gorilca? Gostota olja je 0,8 kg/dm³, specifična sežigna toplota 40 MJ/kg. **T 17**

$Q = P t = m q_s$. Enačbo delimo s časom in dobimo $P = \Phi_m q_s = 32 \text{ kW}$.

P 2.40. 4,5 m dolg jeklen drog se pri temperaturi 20°C ravno prilega med betonska tla in strop. Na začetku strop ne pritiska na drog z nobeno silo. Med požarom se drog segreje na temperaturo 170°C, razdalja med stropom in tlemi pa se pri tem ne spremeni. Kolikšna napetost se med segrevanjem pojavi v drogu? S kolikšno silo tišči strop na drog? Presek droga je 10 cm², prožnostni modul $E = 200 \text{ GPa}$, dolžinska razteznost pa $1,2 \cdot 10^{-5}/\text{K}$. **T 80**

Palica bi se rada raztegnila za $\Delta l = \alpha l \Delta T$, pa se ne more, ker je stisnjena med strop in tla. Zato se po Hookovem zakonu "skrči", oz. se v njej pojavi napetost, ki jo stiska med strop in tla: $\Delta l / l = (1/E) (F/S)$. Temperaturni raztezek mora biti enak skrčku zaradi napetosti, dobimo $F/S = 360 \text{ MPa}$ in $F = 360 \text{ kN}$.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija, ali Zgradba snovi, tekočine*.

Toplota, prevajanje toplote

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1. T P 3.22. V kalorimeterski posodi je 200 g vode s temperaturo $17,3^{\circ}\text{C}$. V posodo dolijemo še 200 g vode s temperaturo $50,5^{\circ}\text{C}$ in vodo premešamo z mešalom. Ko se vzpostavi temperaturno ravnovesje, ima voda temperaturo $33,2^{\circ}\text{C}$. Izračunaj toplotno kapaciteto kalorimetra!

Kalorimeter: posoda z vodo, termometer, mešalo in izolacijsko ohišje.
Toplotna kapaciteta kalorimetra je $74,0\text{ J/K}$

2. Jekleno kroglico spustimo z višine 2 m. Po odboju od tal doseže višino 1,5 m. Kolikšen del mehanske energije kroglice se je pri neprožnem trku ob tla spremenil v notranjo energijo kroglice in tal? Za koliko se kroglica ogreje po trku, če prezame četrtno izgubljene mehanske energije? Specifična toplota kroglice je 460 J/kgK .
3. S kolikšno močjo dela motor avtomobila, ki vozi s stalno hitrostjo v 8% klanec, če porabi 200 g goriva na minuto in je izkoristek motorja 27%? V kolikšnem času pripelje avtomobil na vrh klanca, če je klanec dolg 2 km? Sili zračnega upora in trenja znašata skupaj 1200 N, specifična sežigna toplota goriva je 45 MJ/kg in masa vozila 750 kg.

Sprosti se $Q = 9\text{ MJ}$ toplote na minuto. $A_{\text{motorja}} = \eta Q = 2,43\text{ MJ}$ na minuto, sledi $P_{\text{motorja}} = 40,5\text{ kW}$.
Klanec $\varphi = 4,6^{\circ}$, $F_{\text{dinamična}} = 598\text{ N}$, $F_{\text{motorja}} = 1798\text{ N}$. Hitrost avtomobila je $22,5\text{ m/s}$, na vrh klanca pripelje v $88,8\text{ s}$.

T D 3.7 V pretočni bojler priteka voda s temperaturo 15°C , odteka pa voda s temperaturo 50°C . Prostorninski tok vode je 2 dl/s . Kolikšna je moč grelca v bojlerju, če se za segrevanje vode porabi 90% toplote, ki jo odda grelec? T 113

"Redne" vaje, 8:15-9:00

P 4.3. Soba ima 15 m^2 veliko in 40 cm debelo zunanjo steno. Povprečna toplotna prevodnost stene je $0,48\text{ W/mK}$. Tla, strop in ostale stene sobe mejijo na enako tople prostore. Zrak v sobi ogreva radiator, ki oddaja stalen toplotni tok 450 W . Kolikšna je temperatura zraka v sobi, če je zunanja temperatura zraka -10°C ? Kolikšen toplotni tok odteka iz sobe skozi 1 m^2 zunanje stene? V kolikšnem času uide iz sobe 1 kWh toplote? T 175

Ko se temperatura v sobi ustali je toplotni tok skozi stene (izguba) enak toploti, ki jo oddaja radiator. Stalno temperaturo v sobi dololočimo torej iz: $P = 450\text{ W} = \lambda S \Delta T/d$. $S = 15\text{ m}^2$. Sledi $\Delta T = 25\text{ K}$. V sobi je torej 15°C .

Toplotni tok skozi $S = 1\text{ m}^2$ stene je $P = 30\text{ W}$, $j = 30\text{ W/m}^2$.

Iz sobe oddteka $P = 0,450\text{ kW}$. $Q = P t$. Sledi $t = 2,2\text{ ure}$ za $Q = 1\text{ kWh}$.

1. P 4.5. 20 cm debela stena iz plinobetona ima površino 14,6 m² in toplotno prevodnost 0,12 W/mK. Na zunanji strani stene je nalepljena 5 cm debela plast stiropora s toplotno prevodnostjo 0,04 W/mK.

a) Kolikšen toplotni tok teče skozi sestavljeno steno, če je notranja temperatura stene 17°C, zunanja pa -5°C?

b) Kolikšna je temperatura na stiku betona in stiropora? Nariši potek temperature v steni!

$\Delta T = 22 \text{ K}$. Toplotni tok skozi več zaporednih plasti računamo s toplotnim uporom: $P = \Delta T/R$, $R = R_1 + R_2$. $R_1 = d_1/(\lambda_1 S) = 0,11 \text{ K/W}$. $R_2 = 0,09 \text{ K/W}$. Sledi $P = 110 \text{ W}$.

Ta toplotni tok teče skozi prvo in drugo plast. Tako lahko izračunamo temperaturo na stiku med plastema: $P = \lambda_1 S \Delta T_1/d_1$, Sledi $\Delta T_1 = 12 \text{ K}$.

Na stiku je temperatura 17° - 12° = 5°C. V obeh plasteh se temperatura spreminja linearno.

2. S kako debelo plastjo stiropora $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ moramo obložiti opečnat zid z debelino 29 cm in toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,56 \text{ W/mK}$, da je K-faktor obloženega zidu manjši od predpisane vrednosti $K = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$? Prestopni koeficient na notranji strani zidu je $\alpha_n = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$, na zunanji pa $\alpha_z = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

K-faktor = $P/(S \Delta T)$. ΔT je temperaturna razlika med temperaturama zraka v prostoru in zunaj.

Termična mejna plast, nekaj cm zraka ob steni, stena je toplejša oz. hladnejša od zraka v prostoru.

Def: Gostota topl. toka, ki s stene prestopa na zrak je $P/S = \alpha (T_{\text{stene}} - T_{\text{zraka}})$. To je Newtonova enačba, α je prestopni koeficient.

$$1/K = 1/\alpha_n + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + 1/\alpha_z$$

$$d_1 = 7,3 \text{ cm.}$$

Seminar, 9:15-10:00

Plinska enačba

1. T P 2.23 Ko se temperatura plina v jeklenki zniža za 30° C, se tlak plina, ki ga kaže priključeni manometer, zmanjša od 43 bar na 39 bar. Zračni tlak v okolici jeklenke je 1 bar. Kolikšni sta začetna in končna temperatura plina? T 51

Manometer na jeklenki kaže nadtlak, to je razliko med tlakom plina v jeklenki in zračnim tlakom v okolici.

Izohorna sprememba. Začetna temperatura plina v jeklenki je 57° C, končna pa 27° C.

2. T P 2.24 V cilindru z batom je 3,7 g vodne pare s temperaturo 200° C in tlakom 16 bar. Para se pri stalni temperaturi razpne in pri tem odrine bat za toliko, da se ji prostornina 8-krat poveča. Izračunaj tlak in gostoto pare po razpenjanju! Nariši grafe $p(V)$, $p(T)$ in $V(T)$, ki ponazarjajo to plinsko spremembo! T 52

Izotermna sprememba. Tlak pare po razpenjanju je 2,0 bar, gostota pa 0,93 g/dm³.

3. V jeklenki s prostornino 40 l je kisik, ki ima pri temperaturi 20°C tlak 95 bar. Jeklenko odpremo in iz nje spustimo toliko kisika, da se tlak zniža na 5 bar. Pri tem se kisik, ki je ostal v jeklenki, ohladi na -15°C. Koliko gramov kisika smo spustili iz jeklenke? Kilomolska masa kisika je 32 kg.

Iz jeklenke smo izpustili 4700 g kisika.

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija, ali Zgradba snovi, tekočine*.

13. vaje, 17. jan. 2003, GR-VSŠ

Plinska enačba, vlažnost

"Dodatne" vaje, 7:15-8:00

1. T D 3.7 V pretočni bojler priteka voda s temperaturo 15°C , odteka pa voda s temperaturo 50°C . Prostorninski tok vode je 2 dl/s. Kolikšna je moč grelca v bojlerju, če se za segrevanje vode porabi 90% toplote, ki jo odda grelec? T 133

"Redne" vaje, 8:15-9:00

1. T P 5.14. Kolikšno največjo maso vode lahko vsebuje 5 m^3 zraka s temperaturo 35°C ? Kolikšna je tedaj absolutna vlažnost zraka? Nasičen parni tlak vode pri temperaturi 35°C je 5810 Pa. T 210

Zrak vsebuje največ vlage, če je nasičeno vlažen. Takrat je v 5 m^3 zraka 205 g vode. Absolutna vlažnost je (iz plinske enačbe ali gostota) $a_n = 41\text{ g/m}^3$.

2. Koliko gramov vodne pare je v 1 m^3 vlažnega zraka, če se šipa orosi pri 13°C ? Tlak nasičene vodne pare pri 13°C je 10 torr.

1 torr = težni tlak 1 mm visokega stolpca živega srebra = 133,322 Pa. Delni parni tlak je torej 1333,2 Pa. Iz plinske enačbe izračunamo $m_{\text{vodne pare}} = 10\text{ g}$.

3. Posodo z 1 kg vode postavimo v sobo s prostornino 60 m^3 . Kolikšna je relativna vlažnost v sobi, ko vsa voda izhlapi iz se pri 20°C vzpostavi ravnovesje? Nasičen parni tlak vode pri 20°C je 2330 Pa.

Iz plinske enačbe izračunamo delni tlak vodne pare $p = 2256\text{ Pa}$. Relativna vlažnost = delni tlak/nasičeni parni tlak = 97% v našem primeru.

Seminar, 9:15-10:00

Zaključek

P x.y je številka naloge iz knjige H. Šolinc: Skozi fiziko z rešenimi nalogami; *Dinamika, energija, ali Zgradba snovi, tekočine*.