

Jakov Labor

FIZIKA 3

**Zbirka zadataka za 3. razred srednjih strukovnih škola
s četverogodišnjim programom fizike**



**4. izdanje
Zagreb, 2024.**

Nakladnik

Alfa d.d.

Zagreb, Nova Ves 23a

Za nakladnika

Ivan Petric

Urednik

dr. sc. Dragan Roša

Recenzenti

prof. dr. sc. Ivica Orlić

Tatjana Janeš, prof.

Likovna urednica

Irena Lenard

Likovno i grafičko oblikovanje

Darija Vuković

Lektorica i korektorica

Kristina Ferenčina

© Alfa d.d. Zagreb, 2024.

Nijedan dio ove knjige ne smije se umnožavati,

fotokopirati ni na bilo koji način reproducirati

bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Zbirka zadataka uvrštena je u Katalog odobrenih udžbenika

rješenjem Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske:

KLASA: UP/I-602-09/14-01/00029

URBROJ: 533-26-14-0002, od 15. svibnja 2014.

Tisak

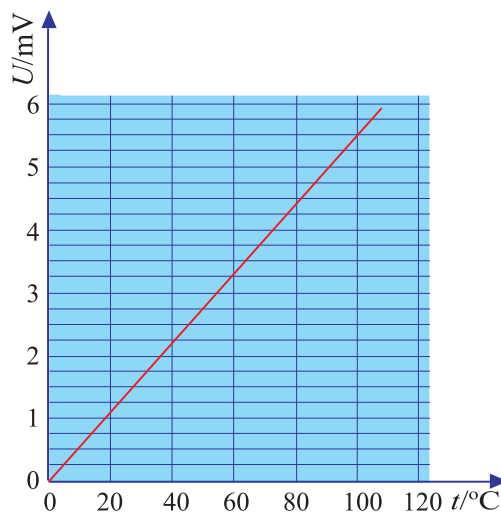
Stega tisak

Temperatura	4
Linearno i volumno toplinsko rastezanje	5
Izobarna i izohorna promjena stanja plina	6
Izotermna promjena stanja plina	7
Jednadžba stanja idealnog plina	8
Unutarnja energija i toplina	9
Promjene agregacijskih stanja	10
Promjena unutarnje energije radom	11
Prvi zakon termodinamike	12
Kružni proces i toplinski stroj	13
Drugi zakon termodinamike	15
Moment sile (zakretni moment)	16
Rotacija krutog tijela	17
Rad, snaga i kinetička energija pri rotaciji	19
Moment količine gibanja (zamah)	20
Ravnoteža krutog tijela	21
Elastičnost	22
Harmonijsko titranje	23
Jednadžba i graf elongacije harmonijskog titranja	24
Jednostavno (matematičko) njihalo	25
Energija, brzina i akceleracija pri harmonijskom titranju	26
Prigušeno i prisilno titranje	27
Elektromagnetsko titranje	28
Nastanak i vrste valova	29
Brzina širenja vala	30
Jednadžba harmonijskog vala	31
Odbijanje (refleksija) i Lom (refrakcija) vala	32
Zvuk	33
Interferencija valova. Stojni val	34
Rješenja	36

Temperatura

1. Kinetička energija čestica tvari:
 - a) povećava se povećanjem temperature
 - b) smanjuje se povećanjem temperature
 - c) povećanjem se temperature može povećavati i smanjivati, što ovisi o vrsti tvari.
2. Tijelo A ima temperaturu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a tijelo B dvostruko veću. Kolika je temperatura tijela B?
 - a) $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - b) $2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - c) $273\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - d) $546\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Vodu pri normalnom tlaku zagrijemo od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ do vrelišta. Kolika je promjena temperature vode iskazana na jedinicama $^{\circ}\text{C}$, K i $^{\circ}\text{F}$?
 - a) $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 273 K , $180\text{ }^{\circ}\text{F}$
 - b) $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 373 K , $180\text{ }^{\circ}\text{F}$
 - c) $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 100 K , $180\text{ }^{\circ}\text{F}$
 - d) $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, 100 K , $212\text{ }^{\circ}\text{F}$

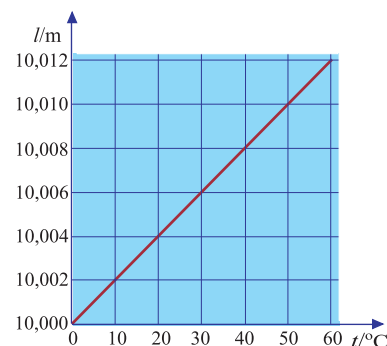
4. Temperaturu možemo mjeriti pomoću termočlanka, koji se sastoji od triju žica, pri čemu su dvije od istoga materijala. Po jedan kraj žica od istoga materijala spojen je na krajeve treće žice, a slobodni krajevi na milivoltmetar. Kada jedno od spojišta žica zagrijavamo, milivoltmetar pokazuje napon koji se povećava povećanjem temperature. Graf na slici prikazuje ovisnost napona o razlici temperatura vrućeg i hladnog spojišta nekog termočlanka. Pomoću grafa odredite povećanje napona pri povećanju temperature za 1 K .



5. Temperature dvaju tijela iznose $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za koliko se $^{\circ}\text{F}$ razlikuju temperature tih dvaju tijela?
6. Duljina stupca žive u staklenoj cjevčici pri normalnom atmosferskom tlaku i temperaturi $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ iznosi 12 mm , a 237 mm pri temperaturi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kolika je visina stupca žive pri temperaturi $40\text{ }^{\circ}\text{C}$?
7. Duljina stupca žive u staklenoj cjevčici pri normalnom atmosferskom tlaku i temperaturi $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ iznosi 12 mm , a 237 mm pri temperaturi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pri kojoj će temperaturi duljina stupca žive iznositi 80 mm ?

Linearno i volumno toplinsko rastezanje

1. Na slici je prikazana ovisnost duljine neke žice o temperaturi. Odredite koeficijent linearnog termičkog rastezanja žice.



2. U priloženoj je tablici l_0 početna duljina štapova A i B, Δt promjena njihove temperature i Δl pripadajuće produljenje. Koji bi se štap više produljio pri jednakoj promjeni temperature kada bi im početne duljine bile jednake?

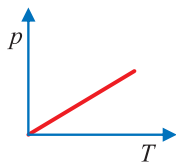
štap	l_0 / m	$\Delta t / ^\circ\text{C}$	$\Delta l / \text{mm}$
A	2	15	0,6
B	1	5	0,4

3. Duljina željeznog mosta pri temperaturi $20\text{ }^\circ\text{C}$ iznosi 200 m. Najmanja zimska temperatura podneblja u kojem se nalazi most iznosi $-30\text{ }^\circ\text{C}$, a najveća ljetna doseže $+35\text{ }^\circ\text{C}$. Koliko iznosi najveća promjena duljine mosta?
4. Za koliko je $^\circ\text{C}$ potrebno povećati temperaturu željeznog obruča promjera 99,5 cm da bi se mogao staviti na drveni kotač promjera 1 m?
5. Iz tanke metalne ploče prikazane na slici izrezan je dio kružnog oblika. Što će se dogoditi ako ploču i izrezani dio zagrijemo do jednakih temperatura i izrezani dio pokušamo vratiti u otvor nastao izrezivanjem.
- Izrezani će dio upravo stati u otvor.
 - Izrezani će dio stati u otvor, a rubovi će im biti razmaknuti.
 - Izrezani dio neće stati u otvor.
6. Pri temperaturi $0\text{ }^\circ\text{C}$ polumjer željezne kugle iznosi 5 dm. Pri kojoj bi temperaturi obujam kugle iznosio 527 dm^3 ?
7. Gustoća se tijela povećanjem temperature:
- povećava ako je koeficijent linearnog termičkog rastezanja pozitivnog predznaka
 - povećava ako je koeficijent linearnog termičkog rastezanja negativnog predznaka
 - povećava, neovisno o predznaku koeficijenta linearnog termičkog rastezanja
 - smanjuje, neovisno o predznaku koeficijenta linearnog termičkog rastezanja.

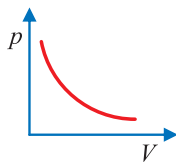


Izobarna i izohorna promjena stanja plina

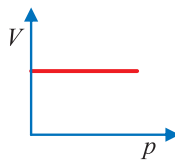
1. Koji se od priloženih grafova odnose na Gay-Lussacov zakon?



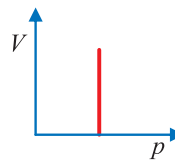
a)



b)



c)



d)

2. U balonu se pri temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ nalaze 2 litre zraka. Koliki bi bio obujam zraka u balonu kada bismo ga zagrijali na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$? Uzmite da je proces zagrijavanja izobaran.
3. Nejoj je količini plina izobarno povećan obujam dva puta. Za koliko se $^{\circ}\text{C}$ stupnjeva pritom povećala njegova temperatura? Početna je temperatura plina iznosila $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Na koju je temperaturu potrebno izobarno zagrijati plin početne temperature $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ da bi mu se obujam povećao za 20 %?
5. Gustoća je zraka pri normalnim uvjetima $1,293\text{ kg m}^{-3}$. Kolika bi bila gustoća zraka kada bismo ga uz nepromjenjiv tlak zagrijali na $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?
6. Temperatura se i tlak neke količine plina promijene od T_1 i p_1 na T_2 i p_2 . Ako je promjena izohorna, što je od navedenoga točno?

a) $T_1 > T_2 \Rightarrow p_1 > p_2$

b) $T_1 > T_2 \Rightarrow p_1 < p_2$

c) $T_1 p_2 \neq T_2 p_1$

d) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{p_2}{p_1}$

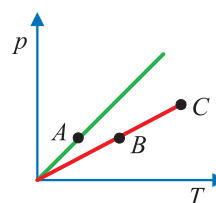
7. Točkama A, B i C na slici prikazana su tri stanja plina. Koja je od navedenih tvrdnji točna?

a) $V_A > V_B$ i $V_B = V_C$

b) $V_B > V_A$ i $V_C > V_B$

c) $V_B > V_A$ i $V_B = V_C$

d) $V_A = V_B$ i $V_C > V_B$



8. Plin početne temperature $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ izohorno je zagrijan do temperature $273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Omjer tlakova plina nakon i prije zagrijavanja iznosi:

a) 0

b) 2

c) 273

d) ∞

9. Tlak u nekoj žarulji pri temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ iznosi 90 kPa. Kada žarulja svijetli, temperatura je u njoj $127\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliki je tada tlak u žarulji?
10. Automobilska je guma napumpana do tlaka 2 bara pri temperaturi $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nakon duže vožnje u gumi je izmjeren tlak od 2,2 bara. Kolika je tada temperatura zraka u gumi?
11. Tlak plina zatvorenog u neku posudu iznosi 0,1 MPa. Za koliko će se MPa povećati tlak plina ako mu se apsolutna temperatura poveća 4 puta?

Izotermna promjena stanja plina

1. Ako su tlak i obujam neke količine plina p_1 i V_1 , a nakon izotermne promjene p_2 i V_2 , što je od navedenoga točno?

a) $V_1 > V_2 \Rightarrow p_1 > p_2$

b) $V_1 > V_2 \Rightarrow p_1 < p_2$

c) $\frac{p_1}{V_1} \neq \frac{p_2}{V_2}$

d) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2}$

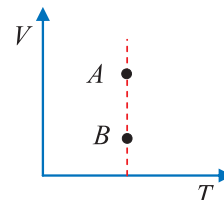
2. Točkama A i B na slici prikazana su dva stanja plina. Koja je od navedenih tvrdnji točna?

a) $p_A > p_B$ i $T_A = T_B$

b) $p_B > p_A$ i $T_A > T_B$

c) $p_B > p_A$ i $T_A = T_B$

d) $p_A = p_B$ i $T_A > T_B$



3. Koliko je litara zraka na atmosferskom tlaku 1 013 hPa potrebno upumpati u loptu promjera 70 cm da bi tlak zraka u njoj bio 2 puta veći od atmosferskog?

4. Plinu temperature 300 K izotermno se udvostruči obujam, a zatim mu se izohornim zagrijavanjem tlak vrati na iznos prije izotermne promjene. Kolika je konačna temperatura plina?

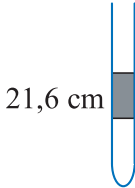
5. Na uži otvor štrcaljke priključimo manometar, kako prikazuje slika. Nakon priključenja manometra obujam zraka u štrcaljki iznosi 60 cm³, a kazaljka se manometra nalazi u nultom položaju.



- a) Koliki je tlak zraka u štrcaljki ako atmosferski iznosi 1 bar?
- b) Koliki će biti tlak zraka u štrcaljki kada mu utiskivanjem klipa smanjimo obujam na 40 cm³?
- c) Koliki će iznos tlaka tada pokazivati manometar?
6. U štrcaljki zatvorenoj čepom i klipom površine 3 cm² nalazi se zrak. Kada je klip slobodan (slika lijevo), duljina stupca zraka u štrcaljki iznosi 10 cm. Kolika će biti duljina stupca zraka kada klip utisnemo u štrcaljku i održavamo ga nepomičnim djelujući silom od 40 N? Atmosferski tlak iznosi 101,3 kPa. Pretpostavite da se temperatura zraka pri utiskivanju klipa nije mijenjala.



Jednadžba stanja idealnog plina

- Što od navedenoga vrijedi za sile među molekulama idealnog plina?
 - Privlačne su.
 - Odbojne su.
 - Privlačne su i odbojne.
 - Tvrdnje a), b) i c) su netočne.
- Model idealnog plina:
 - nije primjenjiv na realne plinove
 - primjenjiv je na realne plinove u određenim uvjetima
 - primjenjiv je na realne plinove u svim uvjetima.
- U jednoj od dviju posuda nalazi se kisik, a u drugoj jednaka količina dušika. Ako su temperature plinova jednake, umnožak tlaka i obujma:
 - veći je za kisik nego za dušik
 - manji je za kisik nego za dušik
 - ne ovisi o vrsti plina
 - veći je za plin koji se nalazi u posudi većeg obujma.
- U posudi obujma 1 000 litara nalazi se 500 g vodene pare pri temperaturi 500 °C. Koliki je tlak vodene pare uz pretpostavku da se ona ponaša kao idealni plin? Relativne atomske mase vodika i kisika iznose 1 i 16.
- Pri izotermnom stlačivanju plina iz posude izađe trećina njegove mase. Ako konačni obujam plina iznosi trećinu početnoga te ako su p_1 i p_2 početni i konačni tlak plina, tada je:
 - $p_2 = 2 p_1$
 - $p_2 = 9 p_1$
 - $p_1 = 3 p_2$
 - $p_1 = p_2$.
- U zatvorenoj se posudi nalazi vodik pod tlakom 2 bara. Koliki bi bio tlak u posudi kada bismo vodik zamijenili helijem jednake mase? Uzmite da je relativna atomska masa vodika 1, a helija 4.
 - 0,5 bara
 - 1 bar
 - 2 bara
 - 4 bara
- U cjevčici prikazanoj na slici stupac žive visine 21,6 cm zatvara stupac zraka temperature 20 °C. Kolika je gustoća zraka u cjevčici ako atmosferski tlak iznosi 1 013 hPa? Molarna je masa plinova u zraku 29 g mol⁻¹.
- Vertikalna valjkasta posuda visoka 30 cm zatvorena je pomičnim klipom površine 20 cm² i mase 2 kg. U posudi se nalazi plin pri temperaturi 10 °C. Kolika je količina plina u posudi ako je atmosferski tlak 10⁵ Pa?
- Tlak zraka u sobi dimenzija 6 m x 5 m x 3 m iznosi 1 bar, a temperatura 27 °C. Kolika će masa zraka izaći iz sobe kada mu se temperatura poveća za 5 °C, a tlak ostane nepromijenjen? Molarna je masa plinova u zraku 29 g mol⁻¹.

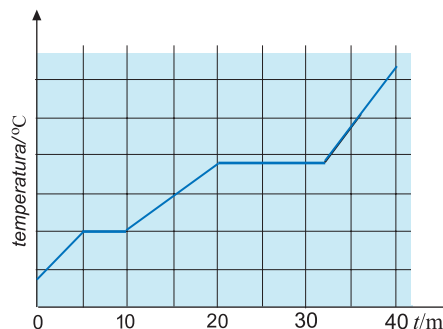
Unutarnja energija i toplina

1. Dva aluminijska tijela, A i B, imaju mase $m_A = 2m_B$ i brzine $v_B = 2v_A$. Ako temperature obaju tijela iznose $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, što je od navedenoga točno?
 - a) Tijelo A ima dvostruko veću unutarnju energiju.
 - b) Tijelo B ima dvostruko veću unutarnju energiju.
 - c) Tijelo B ima četverostruko veću unutarnju energiju.
 - d) Tijela imaju jednake unutarnje energije.
2. Tijelo A podignemo s visine 2 m na visinu 3 m, a tijelo B spustimo s visine 2 m na visinu 1 m. Ako su početne unutarnje energije tijela bile jednake, što vrijedi za njihove iznose (U_A i U_B) u konačnom stanju uz pretpostavku da se temperatura nije promijenila?
 - a) $U_A = U_B$
 - b) $U_A = 2U_B$
 - c) $U_A = 3U_B$
 - d) $U_A > U_B$
3. Ako tijelo A ima temperaturu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a tijelo B $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, što je od navedenoga točno?
 - a) Tijelo B ima toplinu, a tijelo A nema.
 - b) Oba tijela imaju toplinu.
 - c) Tijelo B ima unutarnju energiju, a tijelo A nema.
 - d) Tijela imaju unutarnju energiju, a nemaju toplinu.
4. Dva tijela različitih masa i jednakih početnih temperatura prime jednake količine topline i pritom se zagriju do jednakih temperatura. To znači da:
 - a) tijelo veće mase ima manji specifični toplinski kapacitet
 - b) tijelo veće mase ima veći specifični toplinski kapacitet
 - c) tijela imaju jednake specifične toplinske kapacitete
 - d) tijela mogu ali ne moraju imati jednake specifične toplinske kapacitete.
5. Toplina pri dodiru dvaju tijela:
 - a) uvijek prelazi s tijela veće unutarnje energije na tijelo manje unutarnje energije
 - b) može prelaziti s tijela manje unutarnje energije na tijelo veće unutarnje energije
 - c) može prelaziti s tijela manje temperature na tijelo veće temperature
 - d) uvijek prelazi s većeg tijela na manje.
6. Komadu bakra mase 3,5 kg i temperature $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ hlađenjem smanjimo unutarnju energiju za 160 kJ. Kolika je temperatura bakra nakon hlađenja?
7. Tijelo mase 2 kg primi 1 040 J topline, pri čemu se njegova temperatura poveća za $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Koliko je topline potrebno da se tijelo mase 1 kg od iste tvari zagrije za $1\text{ }^{\circ}\text{C}$?
8. Komad metala mase 50 g i temperature $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ubacimo u plastičnu posudu napunjenu s 400 g vode temperature $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zbog toga se temperatura vode poveća na $22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odredite specifični toplinski kapacitet metala, ako se toplina predana plastičnoj posudi može zanemariti.

Promjene agregacijskih stanja

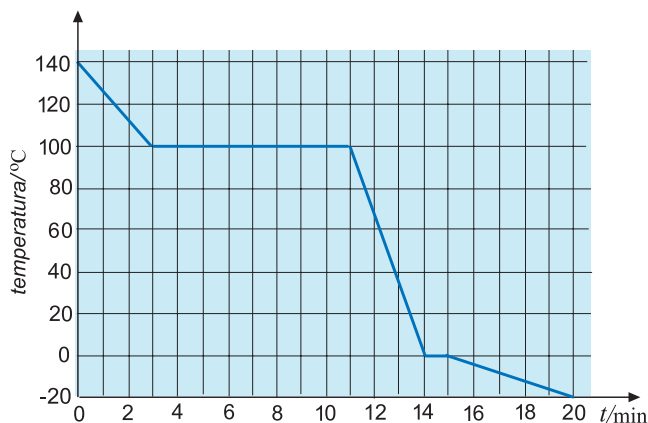
1. Tijelu, koje je početno u čvrstom agregacijskom stanju, dovedimo u jednakim vremenskim intervalima jednaku količinu topline. Pritom se temperatura tijela mijenja kako prikazuje graf na slici. Iz grafa možemo vidjeti:

- da tekućina ima najveći specifični toplinski kapacitet.
- da je specifična toplota taljenja veća od specifične topline isparavanja.
- da je nakon 25 minuta sva tekućina isparila.
- da je najviše topline utrošeno za zagrijavanje tekućine do vrenja.



2. Nešto tvari odvodimo toplotu, pri čemu se njezina temperatura tijekom vremena mijenja prema grafu na slici. Tvar je početno bila u plinovitom agregacijskom stanju. Pomoću grafa odredite:

- temperaturu vrenja
- temperaturu taljenja
- za koje vrijeme sva tvar prijeđe iz plinovitog stanja u tekuće na temperaturi vrenja
- za koje vrijeme sva tvar prijeđe iz tekućeg stanja u čvrsto na temperaturi taljenja
- latentne topline isparavanja i taljenja ako svake minute kilogramu tvari odvedemo 330 kJ topline.



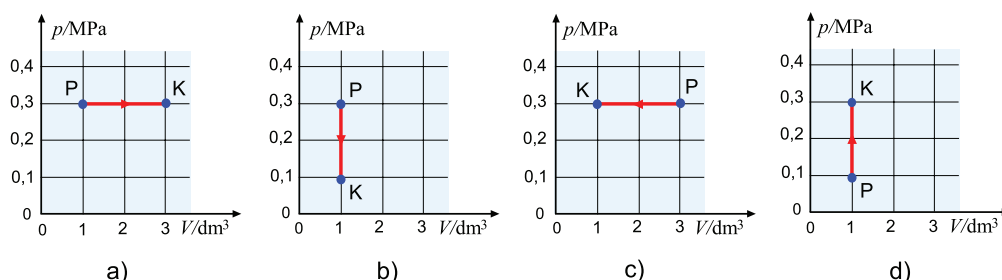
- U vodu mase 1 kg i temperature 100 °C uronjen je grijač snage 100 W. Za koje će vrijeme sva voda ispariti?
- Kada led temperature 0 °C rastalimo u vodi jednake mase, dobijemo vodu temperature 0 °C. Kolika je bila početna temperatura vode?
- U litru vode temperature 20 °C ubacimo 100 g leda temperature 0 °C. Kolika će biti temperatura smjese?

Promjena unutarnje energije radom

1. Pri kojoj se od navedenih promjena stanja plina ne obavlja rad?
a) Izobarnoj b) Izohornoj c) Izotermnoj
2. Ako je W_{it} rad što bi ga obavio plin pri izotermnom povećanju obujma za ΔV , a W_{ib} rad koji bi plin obavio kada bi se iz istog početnog stanja izobarno proširio za ΔV , što od navedenoga vrijedi za radove W_{it} i W_{ib} :
a) $W_{it} > W_{ib}$ b) $W_{it} < W_{ib}$ c) $W_{it} = W_{ib}$
3. Promjer klipa u cilindru nekog motora iznosi 81 mm, a njegov maksimalni pomak pri radu motora 95,5 mm. Koliki rad se obavi pri maksimalnom pomaku klipa uz pretpostavku da plin gura klip stalnim tlakom od 500 kPa?
4. Četiri kilomola idealnog plina zagrijemo od 80 °C do 180 °C. Koliki rad obavi plin ako je zagrijavanje:
a) izobarno b) izohorno?
5. Metak ispaljen brzinom v zaustavi se u kitu. Pritom se unutarnja energija metka i kita poveća za ΔU . Za koliko bi se povećala unutarnja energija metka i kita kada bi se metak prije zaustavljanja u kitu gibao brzinom $3v$?
a) $1,5 \Delta U$ b) $3 \Delta U$ c) $6 \Delta U$ d) $9 \Delta U$
6. Tijela A i B jednakih masa padnu na tlo s visine h . Tijelo A ostane ležati na tlu, a tijelo B odskoči do visine $0,2 h$. Pri kojem je sudaru više mehaničke energije prešlo u unutarnju energiju tijela i tla i koliko puta više?
7. Aluminijsko i željezno tijelo se nakon slobodnog pada zabiju u tlo, pri čemu se njihove temperature povećaju za jednake iznose. Ako je aluminijsko tijelo palo s visine h_a , a željezno s visine h_z , vrijedi:
a) $h_a > h_z$ b) $h_a = h_z$ c) $h_a < h_z$
8. Tijelo mase m padne na tlo s visine h . Ako se unutarnja energija tijela pri udaru o tlo poveća za ΔU , vrijedi:
a) $mgh = \Delta U$ b) $mgh < \Delta U$ c) $mgh > \Delta U$
9. Metak mase 3 g probije karton, pri čemu se njegova brzina smanji s 400 m s⁻¹ na 200 m s⁻¹. Za koliko se pritom poveća unutarnja energija metka i kartona?
10. Olovna se sačma zabije u drvenu dasku brzinom 100 m s⁻¹. Za koliko se kelvina pritom poveća temperatura sačme ako se polovina njezine mehaničke energije pretvori u unutarnju?
11. Čekić mase 10 t pada s visine 2,4 m na željeznu gredu mase 200 kg. Nakon koliko će se udaraca temperature grede povećati za 40 K ako se 60 % mehaničke energije čekića pretvori u unutarnju energiju grede?

Prvi zakon termodinamike

- Pri adijabatskoj se ekspanziji:
 - a) ne mijenja temperatura
 - b) smanjuje temperatura
 - c) ne mijenja unutarnja energija
 - d) povećava unutarnja energija.
- Idealni se plin nalazi u cilindru s pomičnim klipom. U kojem se od navedenih slučajeva sigurno povećava unutarnja energija plina?
 - a) Plin se širi uz povećanje temperature.
 - b) Plin se širi uz stalnu temperaturu.
 - c) Plin se širi uz smanjenje temperature.
 - d) Plinu se smanjuje obujam pri stalnoj temperaturi.
- Neka količina idealnog plina ekspandira iz početnog stanja u konačno na tri načina: adijabatski, izotermno i izobarno. Ako je konačni obujam plina u svim slučajevima jednak, konačna je unutarnja energija:
 - a) najveća u slučaju adijabatske ekspanzije
 - b) najveća u slučaju izotermne ekspanzije
 - c) najveća u slučaju izobarne ekspanzije
 - d) jednaka u svim slučajevima.
- Na priloženim su slikama prikazane promjene stanja idealnog plina. Za svaku od promjena odredite iznos i predznak obavljenog rada, promjene unutarnje energije, izmijenjene topline.



- U cilindru površine presjeka 10 dm^2 nalazi se idealni plin pod tlakom 100 kPa . Plin je zatvoren pomičnim klipom. Dovedemo li plinu pri stalnom tlaku 42 kJ topline, klip se pomakne za 4 cm . Izračunajte:
 - a) rad što ga plin obavi
 - b) promjenu unutarnje energije plina.
- Molu idealnog plina izohorno povećamo temperaturu za 20°C . Izračunajte:
 - a) promjenu unutarnje energije plina
 - b) izmijenjenu količinu topline.
- Pri atmosferskom tlaku 1013 hPa i temperaturi vrenja gram vode ima obujam 1 cm^3 . Isparavanjem vode pri stalnom tlaku nastane 1671 cm^3 vodene pare. Izračunajte:
 - a) količinu topline što je primila voda
 - b) rad pri povećanju obujma
 - c) promjenu unutarnje energije.

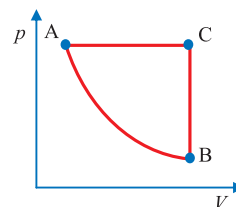
Kružni proces i toplinski stroj

1. Ako je U_1 unutarnja energija na početku kružnog procesa, a U_2 na kraju, vrijedi:

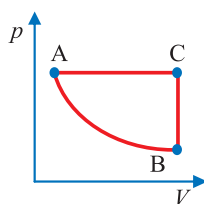
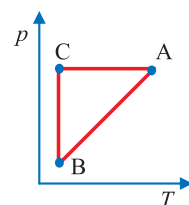
- a) $U_1 > U_2$ b) $U_1 < U_2$ c) $U_1 = U_2$ d) $U_1 \neq U_2$.

2. Idealni je plin podvrgnut kružnom procesu prikazanom na slici. Proces $A \rightarrow B$ je izotermni.

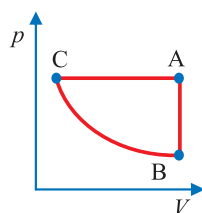
- a) U kojem procesu nema promjene unutarnje energije?
 b) Odredite predznake izmijenjene topline u svim procesima.
 c) Je li rad u kružnom procesu dobiven ili uložen?



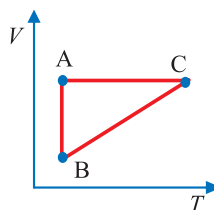
3. Neki je kružni proces prikazan grafom na slici desno. Koji od grafova na donjim slikama prikazuje isti kružni proces?



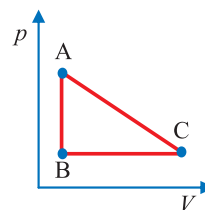
a)



b)



c)



d)

4. Toplinski stroj:

- a) proizvodi toplinu
 b) služi za hlađenje
 c) pretvara toplinu u mehanički rad
 d) prenosi toplinu s hladnijeg na toplije tijelo.

5. Temperatura radnog sredstva u toplinskom stroju:

- a) može biti veća od temperature toplijeg spremnika
 b) ne može biti veća od temperature toplijeg spremnika
 c) može biti manja od temperature hladnijeg spremnika
 d) je stalna.

6. Ako je Q_1 toplina koju radno sredstvo u toplinskom stroju izmjenjuje s toplijim spremnikom, a Q_2 toplina koju radno sredstvo izmjenjuje s hladnijem spremnikom i W dobiveni rad, a η korisnost stroja, vrijedi:

- a) $Q_1 > Q_2$, $W > Q_1$, $\eta > 1$ b) $Q_1 > Q_2$, $W < Q_1$, $\eta > 1$
 c) $Q_1 > Q_2$, $W < Q_1$, $\eta < 1$ d) $Q_1 < Q_2$, $W < Q_1$, $\eta < 1$.

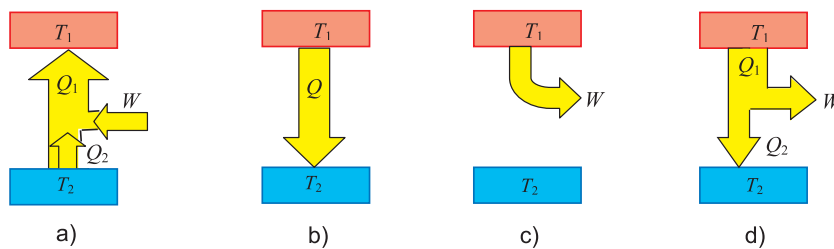
7. Radno sredstvo toplinskog stroja uzima u kružnom procesu 1 700 J topline iz toplijeg spremnika, a 1 200 J topline predaje hladnijem spremniku.

- a) Koliki rad daje stroj u ciklusu?
 b) Kolika je djelotvornost stroja?
 c) Kolika je snaga stroja ako kružni proces traje 0,4 s?

8. Temperatura radnog sredstva u rashladnom stroju (toplinskoj pumpi):
- uvijek je veća od temperature hladnijeg spremnika
 - može biti manja od temperature hladnijeg spremnika
 - ne može biti veća od temperature toplijeg spremnika
 - uvijek je između temperatura hladnijeg i toplijeg spremnika.
9. Rad što ga obavlja motor toplinske pumpe koja zagrijava unutrašnjost kuće:
- veći je od topline koju pumpa unese u kuću
 - jednak je toplini koju pumpa unese u kuću
 - manji je od topline koju pumpa unese u kuću
 - može biti veći, manji i jednak toplini koju pumpa unese u kuću.
10. Radno sredstvo u rashladnom stroju (toplinskoj pumpi):
- predaje toplijem spremniku manje topline nego je uzelo iz hladnijeg spremnika
 - predaje toplijem spremniku više topline nego je uzelo iz hladnijeg spremnika
 - stlačivanjem postiže temperaturu manju od temperature hladnijeg spremnika
 - ekspanzijom postiže temperaturu veću od temperature toplijeg spremnika.
11. Izotermnom kompresijom radnog sredstva u Carnotovu kružnom procesu obavi se rad od 200 J. Radno sredstvo pritom:
- primi iz toplijeg spremnika 200 J topline
 - preda toplijem spremniku 200 J topline
 - preda hladnijem spremniku 200 J topline
 - ne izmjenjuje toplinu.
12. Djelotvornost stroja koji bi radio po Carnotovu kružnom procesu iznosi 30 %.
- Ako stroj izbacuje plin u atmosferu kojoj je temperatura 27 °C, kolika je temperatura (u °C) izgaranja tvari koja grije plin?
 - Ako stroj u kružnom procesu daje 251 J mehaničkog rada, koliko topline uzima od izgarajuće tvari?
13. Temperatura grijača u stroju koji bi radio po Carnotovu kružnom procesu je 197 °C, a hladnijeg spremnika 7 °C. Pri izotermnom širenju plin obavi rad od 100 J. Kolika se količina topline predaje hladnijem spremniku?
14. Djelotvornost toplinskog stroja koji radi po Carnotovu kružnom procesu iznosi 40 %, a temperatura hladnijeg spremnika 27 °C.
- Za koliko je stupnjeva potrebno povećati temperaturu toplijeg spremnika da djelotvornost iznosi 50 %?
 - Kolika bi bila djelotvornost kada bi se temperatura hladnijeg spremnika smanjila za jednaki iznos, a toplijeg ostala nepromijenjena?
15. Električna grijalica snage 21 kW održava temperaturu u kući na iznosu 27 °C, dok je temperatura atmosfere -13 °C. Koliku bi najmanju snagu morala imati toplinska pumpa da bi mogla zamijeniti električnu grijalicu uz pretpostavku da radi po Carnotovu kružnom procesu?

Drugi zakon termodinamike

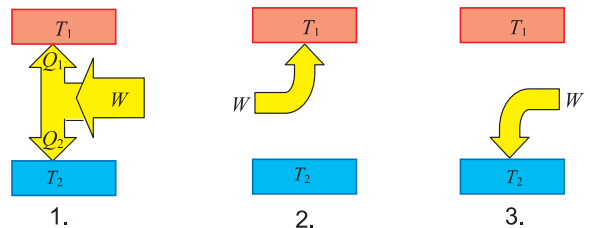
- Spontani prijelaz topline s hladnijeg tijela na toplije narušio bi:
 - zakon očuvanja energije
 - prvi i drugi zakon termodinamike
 - prvi zakon termodinamike
 - drugi zakon termodinamike.
- Na priloženim su slikama prikazani termodinamički procesi. T_1 i T_2 su temperature spremnika topline, pri čemu je $T_1 > T_2$. Koji od procesa nije u skladu s drugim zakonom termodinamike?



- Što od navedenoga vrijedi za spontane termodinamičke procese?
 - Jednosmjerni su
 - Nisu jednosmjerni
 - Mogući su u zatvorenom sustavu kada je on u ravnotežnom stanju
 - Zatvoreni sustav mogu prevesti iz ravnotežnog u neravnotežno stanje.

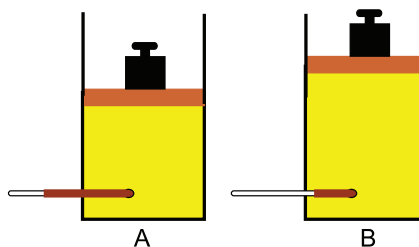
- Na slikama su prikazani procesi prenošenja topline obavljanjem rada. Koji su od njih mogući?

1. i 2
1. i 3
2. i 3
- Svi.



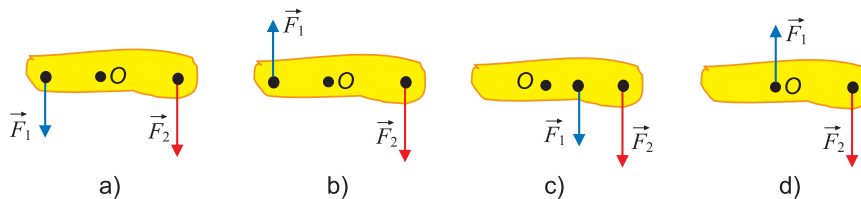
- Na slici su prikazana dva stanja sustava, A i B. Prepušten sam sebi, sustav:

- može prijeći iz stanja A u stanje B.
- ne može prijeći iz stanja A u stanje B jer to ne bi bilo u skladu s 1. zakonom termodinamike
- ne može prijeći iz stanja A u stanje B jer to ne bi bilo u skladu s 2. zakonom termodinamike
- ne može prijeći iz stanja A u stanje B jer bi se to protivilo 1. i 2. zakonu termodinamike.

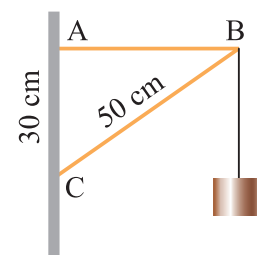


Moment sile (zakretni moment)

- Kada na mirno kruto tijelo koje se može okretati oko nepomične osi djeluje sila:
 - učinak zakretanja ovisi samo o iznosu sile
 - učinak zakretanja ne ovisi o smjeru sile
 - učinak zakretanja ovisi o iznosu i smjeru sile
 - tijelo ne može ostati u mirovanju.
- Jedinicu za moment sile možemo napisati u obliku:
 - N m^{-1}
 - N/m
 - kg m s^{-2}
 - $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$.
- Na kruto tijelo koje se može okretati oko osi O djeluju dvije sile kako prikazuju slike. Na kojoj je slici ukupni zakretni moment najveći?



- Automehaničar priteže maticu pomoću ključa duljine 30 cm proizvodeći zakretni moment od 60 N m.
 - Kolikom najmanjom silom mehaničar mora djelovati da bi proizveo toliki zakretni moment?
 - Koliki bi bio zakretni moment kada bi mehaničar djelovao jednakom silom i na istom mjestu na ključu pod kutom od 60° ?
- Da bi se neko kruto tijelo zavrtjelo oko nepomične osi potreban je zakretni moment od 750 N m. Osoba koja nastoji zavrtjeti tijelo raspolaže silom od 500 N. Na kojoj najmanjoj udaljenosti od osi vrtnje osoba mora djelovati da bi zavrtjela tijelo?
- Teret mase 10 kg ovješeno je o spojište dvaju štapova, kako prikazuje slika. Izračunajte moment težine tereta s obzirom na točku:
 - A
 - B
 - C.



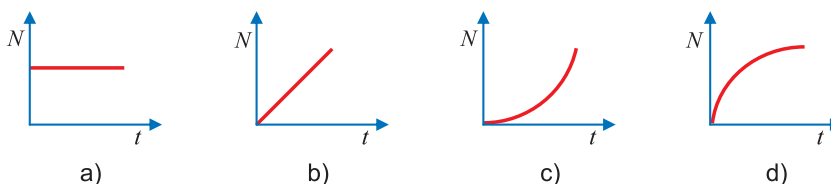
- Majmun mase 37 kg nalazi se na grani koja raste iz vertikalnog debla. Grana s deblom zatvara kut od 60° i odlomit će se pri momentu sile većem od 120 N.
 - Koliko se najviše majmun može udaljiti od debla da se grana ne odlomi?
 - Kolika je duljina dijela grane od debla do mjesta gdje se tada nalazi majmun?
- Na oblu plohu kružne ploče promjera 160 cm pritišće kočnica silom od 196 N. Koliki je moment sile trenja ako faktor trenja kočnice o ploču iznosi 0,4?
- Nastojeći srušiti vertikalni stup visok 5 m, čovjek poteže konopac vezan za vrh stupa silom od 600 N. Pri kojem će najmanjem kutu između konopca i stupa čovjek srušiti stup ako je za rušenje potreban zakretni moment od 2598 N m?

Rotacija krutog tijela

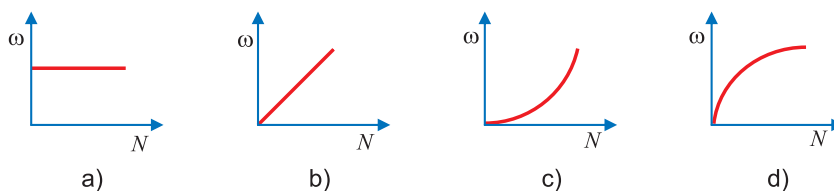
1. Pri gibanju automobila točke na obodu kotača:

- a) samo rotiraju.
- b) izvode samo translaciju.
- c) izvode translaciju i rotaciju.
- d) imaju jednake brzine.

2. Kotač izvodi jednoliko ubrzanu rotaciju. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost broja okretaja kotača o vremenu?



3. Disk izvodi jednoliko ubrzanu rotaciju. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost kutne brzine o broju okretaja?



4. Automobil se giba stalnom brzinom 108 km h^{-1} . Polumjer kotača iznosi 30 cm . Izračunajte:

- a) kutnu brzinu kotača
- b) broj okretaja što ih kotač automobila učini u jednoj sekundi
- c) kut za koji se kotač zakrene za $0,01 \text{ s}$.

5. Elisa ventilatora iz mirovanja počinje rotirati stalnom kutnom akceleracijom i nakon 18 s postigne kutnu brzinu od 216 rad s^{-1} .

- a) Kolika je kutna akceleracija elise?
- b) Koliko okreta učini za to vrijeme?

6. Kotač se počinje okretati stalnom kutnom akceleracijom 2 rad s^{-2} .

- a) Kolika će biti kutna brzina kotača kad učini 16 punih okretaja?
- b) Za koje će vrijeme to postići?

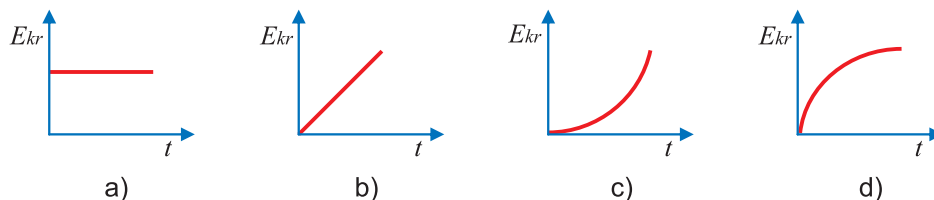
7. Kutna akceleracija krutog tijela koje se može vrtjeti vrti oko nepomične osi:

- a) ovisi samo o sili koja djeluje na tijelo
- b) može biti nula kada na tijelo djeluje sila
- c) ne može biti nula kada na tijelo djeluje sila
- d) ne ovisi o sili.

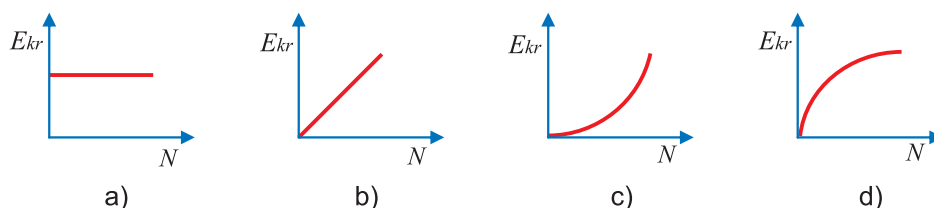
8. Homogeni horizontalni štapovi A i B vrte se oko vertikalnih osi koje prolaze njihovim težištima. Duljine su štapova l_A i $l_B = 2l_A$, a mase m_A i $m_B = m_A/2$. Što od navedenoga vrijedi za momente tromosti štapova I_A i I_B ?
- a) $I_B = I_A/2$ b) $I_B = I_A$ c) $I_B = 2I_A$ d) $I_B = 4I_A$
9. Neko se kruto tijelo vrti kutnom akceleracijom α . Kolika bi bila kutna akceleracija krutog tijela jednakih dimenzija i dvostruko veće gustoće pri jednakom zakretnom momentu?
- a) $\alpha/4$ b) $\alpha/2$ c) 2α d) 4α
10. Pri djelovanju stalnog zakretnog momenta kružna se ploča polumjera R okreće kutom akceleracijom α . Djelovanjem jednakog zakretnog momenta kružna bi se ploča jednake mase i polumjera $2R$ okretala kutnom akceleracijom:
- a) $\alpha/4$ b) $\alpha/2$ c) 2α d) 4α .
11. Horizontalna kružna ploča i kugla jednakog polumjera mogu se vrtjeti oko vertikalne osi koja prolazi njihovim središtima. Momenti tromosti tijela su jednaki. Ako je masa kugle m , kolika je masa kružne ploče?
12. Rotor motora ima moment tromosti 6 kg m^2 . Koliki moment sile mora djelovati na rotor da bi se za 6 s ubrzao od 120 okretaja u minuti do 540 okretaja u minuti?
13. Valjak mase 100 kg i polumjera 1 m, okreće se oko središnje osi okomite na osnovicu valjka. Koliki je zakretni moment potreban za vrtnju kutnom akceleracijom 2 rad s^{-2} ?
14. Na kruto tijelo koje se vrti oko nepomične osi s 1 200 okretaja u minuti počne djelovati tangencijalno sila od 60 N na udaljenosti 30 cm od osi vrtnje. Tijelo se nakon što napravi 90 okretaja zaustavi. Izračunajte:
- a) moment sile
b) kutnu akceleraciju
c) moment tromosti.
15. Na obod mirnog kotača polumjera 72 cm i mase 9,2 kg počne djelovati stalna tangencijalna sila. Za četiri sekunde kotač učini 25 okretaja. Uz pretpostavku da se sva masa kotača nalazi na njegovu obodu izračunajte:
- a) kutnu akceleraciju kojom se ubrzavao kotač.
b) silu koja je ubrzavala kotač.
16. Pet jednakih kuglica, svaka mase 20 g, nalaze se na horizontalnom štapu duljine 1 m i zanemarive mase. Dvije se kuglice nalaze na krajevima štapa, a ostale su razmještene tako da je razmak između susjednih kuglica jednak. Izračunajte moment tromosti s obzirom na vertikalne osi koje prolaze svakom od kuglica.

Rad, snaga i kinetička energija pri rotaciji

1. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost rotacijske kinetičke energije o vremenu za tijelo koje se vrti pod djelovanjem stalnog zakretnog momenta?



2. Koji od priloženih grafova najbolje prikazuje ovisnost rotacijske kinetičke energije o broju okretaja za tijelo koje se vrti pod djelovanjem stalnog zakretnog momenta?



3. Pri djelovanju zakretnog momenta od 40 N m rotor elektromotora čini 6000 okretaja u minuti.
- Koliko se električne energije troši pri svakom okretaju rotora ako je korisnost 95 %?
 - Kolika je iskorištena snaga?
 - Kolika je uložena (električna) snaga.
 - Kolika je kinetička energija rotora ako mu moment tromosti iznosi 12 kg m²?
4. Rotor nekog elektromotora vrti se s 3 000 okretaja u minuti. Ako snaga elektromotora iznosi 25 kW, a korisnost 98 %, koliki je zakretni moment motora?
5. Električni motor ima rotor momenta tromosti 20 kg m². Rotor dobije radnu kutnu brzinu od 100 rad s⁻¹ dvije sekunde nakon uključenja motora. Izračunajte:
- energiju utrošenu za dovođenje motora u radne uvjete
 - kutnu akceleraciju
 - zakretni moment
 - vrijeme prvog okretaja.
6. Kružna pila polumjera 30 cm okreće se kutnom brzinom 100 π rad s⁻¹ i pritom na drvo koje pili djeluje silom od 15 N. Kolika je korisna snaga motora koji pokreće pilu?
7. Jedna od dviju jednakih kugala klizi niz kosinu, a druga se kotrlja. Kugle su se počele gibati s jednake visine. Ako je kinetička energija klizajuće kugle u podnožju kosine E_{k1} , a E_{k2} kinetička energija kotrljajuće kugle, vrijedi:
- $E_{k1} > E_{k2}$
 - $E_{k1} < E_{k2}$
 - $E_{k1} = E_{k2}$

Moment količine gibanja

1. Jedinica je momenta količine gibanja:
a) kg m s^{-1} b) kg m s^{-2} c) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ d) $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$.
2. Materijalna točka mase 100 g giba se kutnom brzinom 5 rad s^{-1} po kružnici polumjera 50 cm. Izračunajte:
a) količinu gibanja materijalne točke
b) moment količine gibanja materijalne točke.
3. Na mirno tijelo djeluje zakretni moment od 10 N m. Koliki je moment količine gibanja tijela nakon 2 s?
4. Kružna ploča mase 10 kg i polumjera 25 cm rotira kutnom brzinom 10 rad s^{-1} . Izračunajte:
a) moment količine gibanja ploče
b) moment sile koji će ploču zaustaviti za 4 s.
5. Dvije jednake horizontalne kružne ploče nalaze se jedna iznad druge. Donja se ploča okreće oko vertikalne osi kutnom brzinom ω , a gornja miruje. Ako gornja ploča padne na donju, kolika će biti kutna brzina okretanja ploča?
a) $\omega/4$
b) $\omega/2$
c) 2ω
d) 4ω
6. Dvije kuglice povezane koncem nalaze se u žlijebu koji se vrti oko vertikalne osi kutnom brzinom ω (slika). Kada konac pregorimo, kuglice se skotrljaju do prepreka na krajevima žlijeba, pri čemu se razmak među njima udvostruči. Kolikom se kutnom brzinom sada okreće žlijeb s kuglicama ako je masa žlijeba zanemariva?
a) $\omega/4$ b) $\omega/2$ c) 2ω d) 4ω
7. Čovjek sjedi na sjedalici koja se može okretati oko vertikalne osi. Ako čovjek lijevom rukom drži za vertikalno postavljenu osovinu kotača, a desnom zavrti kotač, što će se od navedenoga dogoditi?
a) Zavrtjet će se i sjedalica, i to u istom smjeru u kojem i kotač.
b) Sjedalica će se zavrtjeti u suprotnom smjeru.
c) Sjedalica se neće zavrtjeti.
d) Ukupni će se moment količine gibanja sjedalice, čovjeka i kotača povećati.
8. Letva mase 500 g vrti se jednoliko oko vertikalne osi i okrene se jedanput u 10 s. Na krajevima se letve nalaze dva utega svaki mase 100 g. Koliko će iznositi period vrtnje kada jedan od utega padne s letve?

