

MOLEKULARNE POJAVE U TEČNOSTIMA

MOLECULAR PHENOMENA IN LIQUIDS

Dr. sc. Hrustem Smailhodžić, Grafički fakultet Kiseljak, Univerzitet Travnik
 Mr. sc. Smajo Sulejmanović, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli
 Mr. sc. Azamela Mazgalj, Grafički fakultet Kiseljak, Univerzitet Travnik

Sažetak

Tijela se sastoje od molekula. Između molekula postoje međumolekularne sile. Te sile su i odbojne i privlačne. Sile između molekula jedne supstance su sile kohezije, a sile između molekula različitih supstanci su sile adhezije. Mnoge pojave u prirodi mogu se objasniti preko međumolekularnih sila. Ovaj rad se odnosi na međumolekularne pojave u tečnostima.

Ključne riječi: *sile kohezije, sile adhezije, sila trenja, kapilarnost, površinski napon tečnosti.*

Abstract

The bodies are composed of molecules. Between molecules are intermolecular forces. These forces are repulsive and attractive. The forces between molecules of one substance are the forces of cohesion and the force between molecules of different substances are the forces of adhesion. Many phenomena in nature can be explained by intermolecular forces. This paper refers to the intermolecular phenomena in liquids.

Keywords: *cohesion force, adhesion force, the force of friction, capillarity, surface tension of liquids.*

Privlačne i odbojne međumolekularne sile

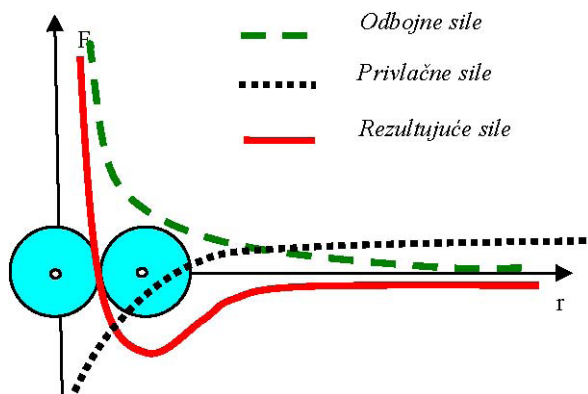
Tijela su građena od molekula. Molekule su u tijelima ravnomjerno raspoređene i nalaze

se na određenim rastojanjima jedna od druge. Svako promjeni rastojanja između molekula opiru se međumolekularne sile. One su istovremeno i privlačne i odbojne. Na svako djelovanje vanjskih sila na tijelo reaguju molekule međumolekularnim silama iz unutrašnjosti tijela. Tijelo se opire jednako i stiskanju i rastezanju (Slika 1.).



Slika 1. Svakom smanjenju ili povećanju rastojanja između molekula suprotstavljaju se međumolekularne sile

Grafički prikaz međumolekularnih sila u zavisnosti od rastojanja dat je na Slici 2.

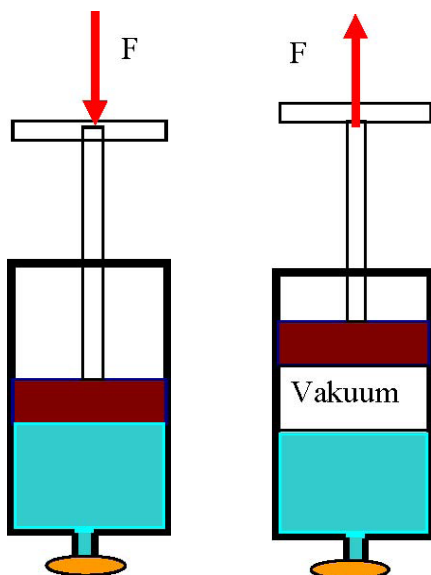


Slika 2. Međumolekularne sile u funkciji međusobnog rastojanja

OGLED 1

Efekat međumolekularnih sila može se demonstrirati pomoću medicinske šprice (Slika 3.). Postavimo klip medicinske šprice na sredinu cilindra. Zatvorimo prstom otvor za iglu i pokušajmo sabiti, a zatim razvući zrak. Šta je uočljivo?

Naspimo u špricu vode do polovine cilindra. Istisnimo zrak iz šprice. Zatvorimo prstom otvor za iglu. Pokušajmo klipom sabiti vodu. Kako ide? Pokušajmo razvući vodu. Klip se pomjera. Stvara se vakuum iznad površine vode. Da li se voda širi? Ne. Zašto?



Slika 3

a) Tečnosti se suprotstavljaju sabijanju,
b) Tečnosti ne popunjavaju slobodni prostor u cilindru iznad površine, ne rastežu se

Sile kohezije i sile adhezije

Sile između molekula jedne supstance zovu se sile kohezije.

Sile između molekula različitih supstanci zovu se sile adhezije.

Odnos sila kohezije i sila adhezije određuje ponašanje jedne supstance prema drugoj, na granici faza. Supstance mogu da nastupe vrlo agresivno jedna prema drugoj. Tako se ponašaju kiseline prema drugim supstancama. Sile adhezije, između molekula kiselina i Takve

i molekula neke druge supstance, vrlo su jake. Takve osobine imaju ljepila i boje.

Neke supstance su vrlo inertne prema drugim tijelima. One imaju jake kohezijske sile. Te osobine posjeduju boje i lakovi prema supstancama iz atmosfere.

Da bismo prelomili školsku kedu treba uložiti određeni rad. Taj rad se troši na kidanje međumolekularnih sila. Sastaviti dva komada krede u jednu cjelinu praktično je nemoguće. Ma koliko se trudili stiskanjem dva komada teško je ostvariti jednu cjelinu. Zašto?



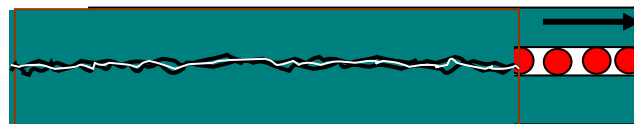
Slika 2. a) Suhe staklene ploče lahko se odvajaju jedna od druge,

b) nakvašene vodom, staklene ploče teško se odvajaju jedna od druge.

OGLED 3

Trenje klizanja između dvije suhe staklene ploče je uočljivo. Zašto?

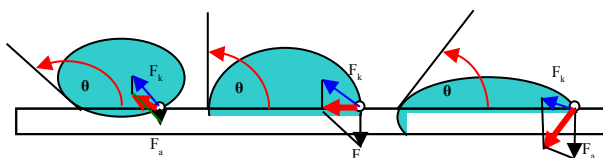
Staklene ploče nakvašene vodom lahko klize jedna preko druge. Zašto? (Slika 3.)



Slika 3. Suhe staklene ploče teško klize jedna po drugoj, a nakvašene lahko

Kvašenje

Kapljice tečnosti na podlozi mogu imati jedan od sljedeća tri oblika. Od čega to zavisi?



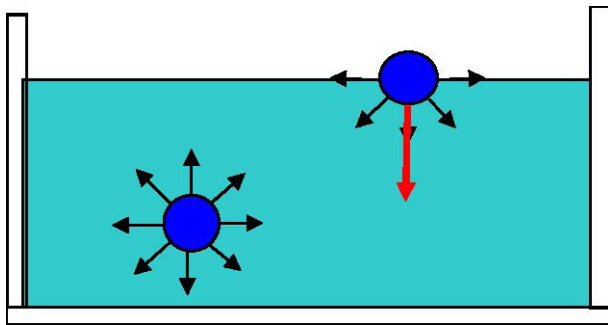
Slika 4. a) Tečnost ne kvasi podlogu,
b) tečnost i kvasi i ne kvasi podlogu
c) tečnost kvasi podlogu.

Površinski napon tečnosti

Molekule u unutrašnjosti tečnosti i molekule na površini tečnosti nisu pod istim međumolekularnim uslovima. Svaka molekula u unutrašnjosti tečnosti okružena je simetrično susjednim molekulama sa svih strana. Međumolekularne sile međusobno se poništavaju, pa je rezultujuća sila jednaka nuli.

Molekule praktično lebde u tečnosti. Najmanje pomjeranje jedne molekule izaziva lančano kretanje svih molekula u tečnosti. Molekule se neprekidno kreću, „kotrljaju“, po cijeloj zapremini tečnosti.

Molekule iz površinskog sloja tečnosti okružene su susjednim molekulama samo sa donje strane. Sabiranjem međumolekularnih sila koje djeluju na jednu molekulu dobiće se rezultujuća sila koja je okomita na površinu tečnosti i usmjerena je u unutrašnjost tečnosti.



Slika 5. Molekule u unutrašnjosti tečnosti i molekule u površinskom sloju tečnosti

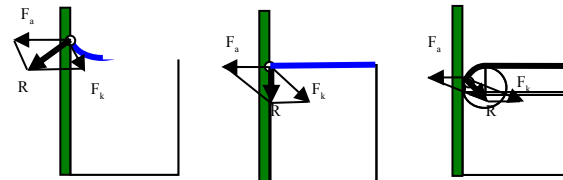
Mnoge molekule iz površinskog sloja tečnosti odlaze u unutrašnjost tečnosti zbog sila kohezije. Površinski sloj tečnosti postaje rjeđi nego slojevi ispod površinskog sloja, što ima za posljedicu povećanje rastojanja među molekulama. To opet povlači povećanje privlačnih međumolekularnih sila između molekula u površinskom sloju. Površinski sloj tečnosti se ponaša kao zategnuta elastična membrana, koja teži da se što više zategne i skupi. Sila zatezanja površinskog sloja raste dok se ne izjednači sa silom koja djeluje ka unutrašnjosti, okomito na površinu tečnosti. Površinski sloj vrši pritisak na tečnost. Taj pritisak zove se površinski napon tečnosti. Preko površinskog napona tečnosti mogu se objasniti mnoge pojave u prirodi.

Površina vode je potpuno ravna i horizontalna. Zašto?

Izolovane tečnosti (rezultanta spoljnih sila je nula) su sfernog oblika. Zašto?

OGLED 4

Naspimo u staklenu čašu vode. Pogledajmo dodirnu liniju površine vode i čaše. Pogledajmo kako izgleda linija dodira površine žive i zidova staklene cijevi. Šta je uočljivo?



Slika 6. a) Tečnost kvasi, b) tečnost i kvasi i ne kvasi c) tečnost ne kvasi zidove posude

Koeficijent površinskog napona tečnosti

Površinski sloj tečnosti teži da se što više zategne i skupi. Sila zatezanja površinskog sloja tečnosti pod određenim uslovima se ne mijenja. Da bi se slobodna površina tečnosti povećala, mora se izvršiti određeni rad. Izvršeni rad direktno je proporcionalan povećanju slobodne površine tečnosti. Za povećanje slobodne površine tečnosti potrebno je izvući molekule iz unutrašnjosti na površinu tečnosti. Tome se suprotstavljaju kohezivne sile tečnosti, a

$$A \dot{=} \Delta S$$

$$A = \sigma \Delta S$$

$$\sigma = \frac{A}{\Delta S}$$

$$A - \text{rad sile površinskog napona}$$

tečnosti

$$\sigma - \text{koeficijent površinskog napona}$$

tečnosti

$$\Delta S - \text{povećanje površine}$$

površinskog sloja tečnosti

Zaključak:

Koeficijent površinskog napona tečnosti brojno je jednak radu kojeg treba izvršiti da bi se slobodna površina tečnosti povećala za jediničnu vrijednost.

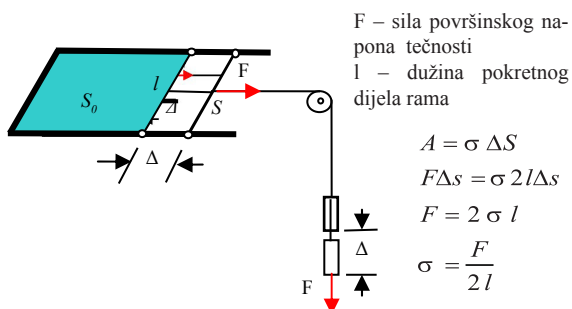
$$[\sigma] = \frac{[A]}{[S]} = \frac{1J}{1m^2} = 1 \frac{J}{m^2}$$

Jedinica za koeficijent površinskog napona tečnosti je jedan džul po kvadratnom metru.

Vrijednost koeficijenta površinskog napona tečnosti izražava se u milidžulima po kvadratnom metru.

OGLED 5

Razvucimo sloj sapunice pomoću pokretne stranice rama od žice i pustimo pokretnu stranicu. Šta uočavate? Objasnite ovu pojavu.



Slika 7. Rad sile površinskog napona tečnosti

Koeficijent površinskog napona tečnosti jednak je sili površinskog napona tečnosti po jedinici dužine dodirnog sloja tečnosti sa zidom posude.

Sila površinskog napona uvijek djeluje po površini tečnosti okomito na liniju dodira površinskog sloja i zidova posude.

$$[\sigma] = \frac{[F]}{[l]} = \frac{1N}{1m} = 1 \frac{N}{m}$$

Jedinica za koeficijent površinskog napona tečnosti je jedan njutn po metru

Površinski napon tečnosti izražava se u milinjutnima po metru.

Koeficijent površinskog napona tečnosti zavisi od vrste, čistoće i temperature tečnosti.

S porastom temperature koeficijent površinskog napona tečnosti opada.

Zašto se pjena od kafe (kapućina) skuplja na površini uz zidove šolje, a ne na sredini?

Kapilarnost

OGLED 6

Uronimo staklenu cjevčicu u obojenu vodu. Šta se uočava?

Uronimo jednu tanju i jednu deblju staklenu cjevčicu u vodu. Šta ste uočili?

U staklenim kapilarama živa se spušta niz kapilaru.

Pojava spuštavanja ili penjanja tečnosti u vrlo uskim cjevčicama (kapilarama) zove se kapilarnost. Pojava je više izražena kod tanjih kapilara.

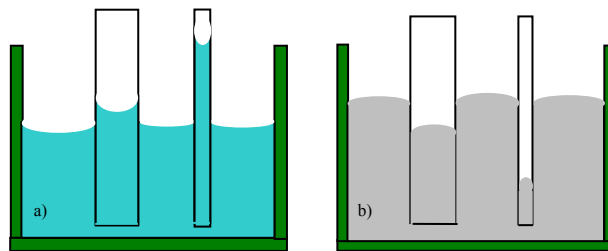
Ispupčeni i udubljeni površinski sloj tečnosti zove se meniskus.

$$A = \sigma \Delta S$$

$$F \Delta s = \sigma 2l \Delta s$$

$$F = 2 \sigma l$$

$$\sigma = \frac{F}{2l}$$



Slika 8. a) Kapilarna atrakcija b) Kapilarna depresija

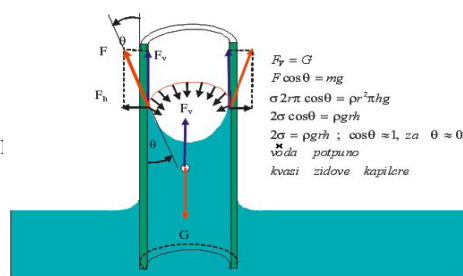
Penjanje tečnosti uz kapilaru zove se kapilarna atrakcija. Slobodna površina za sobom vuče stub tečnosti naviše. Uz kapilaru se penje tečnost sve dok se njena težina ne izjednači s vertikalnom komponentom sile površinskog napona.

Spuštanje tečnosti niz zidove kapilare zove se kapilarna depresija. Slobodna površina potiskuje stub tečnosti naniže.

Objasnite navedene pojave.

Na Slici 9. predstavljena je kapilara. Pomoću nje može se odrediti koeficijent površinskog napona tečnosti.

Objas:

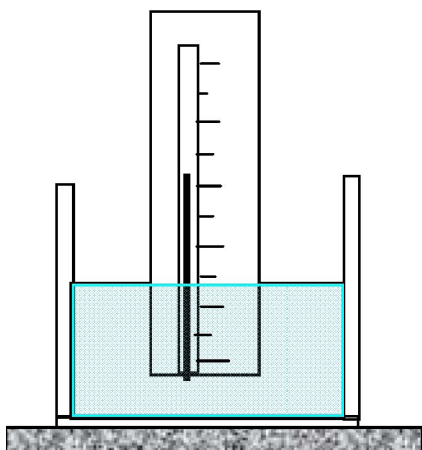


Slika 9. Kapilara

Koeficijent površinskog napona tečnosti zavisi od vrste tečnosti, poluprečnika kapilare, visine tečnosti u kapilari i ubrzanja Zemljine teže.

Određivanje koeficijenta površinskog napona nepoznate tečnosti pomoću kapilare

Koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti određuje se tako što se kapilara uroni u vodu i izmjeri visina stuba vode u kapilari, a zatim se kapilara zaroni u nepoznatu tečnost i izmjeri visina stuba nepoznate tečnosti. Iz odnosa relacija:



Slika 10: Određivanje visine stuba tečnosti u kapilara

$$\frac{2\sigma_x}{2\sigma} = \frac{\rho_x r g h_x}{\rho g r h} \text{ slijedi:}$$

$$\sigma_x = \sigma \frac{\rho_x h_x}{\rho h}$$

Za vodu je: $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$,

a $\sigma = 73 \frac{mN}{m}$ na sobnoj temperaturi.

Uzmimo alko hol kao nepoznatu

tečnost: $\rho_x = 0,79 \frac{g}{cm^3}$.

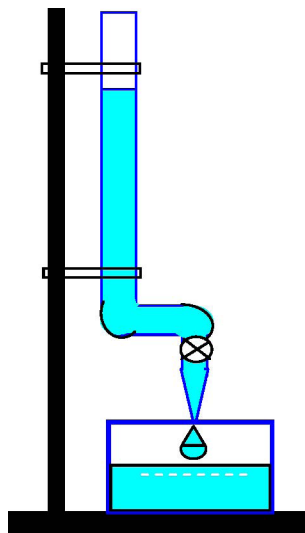
Mjerenjem h i h_x može se odrediti koeficijent površinskog napona alkohola σ_x

Određivanje koeficijenta površinskog napona nepoznate tečnosti pomoću birete

Koeficijent površinskog napona tečnosti može se odrediti pomoću birete (Slika 11.).

Bireta je staklena menzura sa kapilarom na

dnu i ventilom kojim se reguliše protok tečnosti kroz kapilaru. S gornje strane kapilare se sipa tečnost. Ispod kapilare se postavlja staklena posuda u koju kapa tečnost. Brzina kapanja reguliše se ventilom. Do otkidanja kapljice dolazi onda kada njena težina postaje veća od sile površinskog napona (Slika 12.).



Slika 11. Bireta

$$\sigma l = mg, \sigma 2r\pi = mg$$

Koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti određuje se tako što se u menzuru birete naspe voda, a zatim se reguliše kapanje. U posudu se ukapa 50 kapi i izmjeri masa M. Iz birete se ispusti voda i naspe nepoznata tečnost. U posudu se ukapa 50 kapi i izmjeri njihova masa Mx.

Iz odnosa: $\frac{\sigma_x l}{\sigma l} = \frac{m_x g}{mg}$ slijedi da je:

$$\sigma_x = \sigma \frac{100m_x}{100m}, \text{ odnosno: } \sigma_x = \sigma \frac{M_x}{M}$$

σ_x - koeficijent površinskog napona nepoznate tečnosti

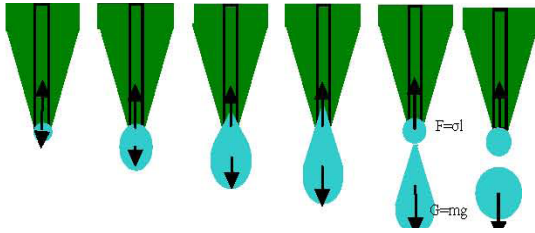
σ - koeficijent površinskog napona vode; $73 \frac{mN}{m}$

M – masa 50 kapi vode

M_x – masa 50 kapi nepoznate tečnosti

g – ubrzanje Zemljine teže

OGLED 7

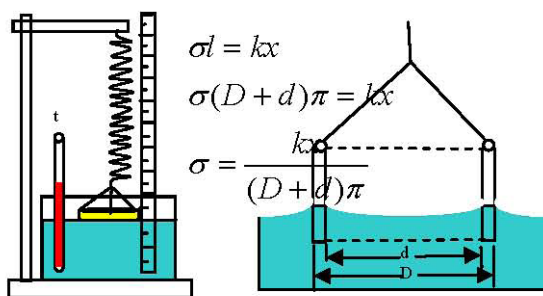


Slika 12. Otkidanje kapljice od kapilare

Pojava kapilarnosti prisutna je u svim biljnim i životinjskim tijelima. Putem kapilarnosti biljke crpe vodu iz zemlje zajedno sa svim mineralima neophodnim za njen život

Za vrijeme padavina voda putem kapilarnosti zemljišta odlazi u dubinu, a za vrijeme suše izlazi na površinu zemljišta. Na ovaj način biljni svijet se održava za vrijeme sušnog perioda. Putem kapilara voda zajedno s mineralima odlazi iz zemljišta u list. Tu se vrši fotosinteza. Lišće je okrenuto prema Suncu i ima veliku površinu, da bi zahvatilo što više sunčeve energije i da bi efekat fotosinteze bio efikasniji. Putem kapilara biljke transportuju šećer i ostale hranjive sastojke iz lista u stablo, cvijet, plod i korijen. U ljudskom organizmu putem kapilara krv stiže do svakog organa donoseći neophodne hranjive sastojke i odnoseći štetne materije iz organa.

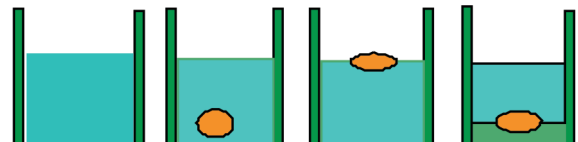
Pojava vlage u zidovima veoma je štetna. Ona razara zidove kada se voda zamrzne u zidu. Vlažne prostorije su neuslovne i nezdrave za stanovanje. Ovaj problem se rješava hidroizolacijom i termičkom izolacijom objekta. Ljudi pokrivaju kuće da bi zaštitili objekat od atmosferskih padavina. Fasada daje objektu estetski izgled i štiti objekat od nepovoljnih klimatskih uslova i aerozagađenja.



Slika 13. Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti metodom otkidanja prstena

- Ako se u tečnost u posudi ukapa nekoliko kapi obojene tečnosti veće gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, na dnu posude formira se kapljica elipsoidnog oblika (Slika 14. a).
- Ako se u posudu ukapa nekoliko kapi obojene tečnosti iste gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, dobiće se kapljica sfernog oblika koja lebdi (Slika 14. b).
- Ako se u tečnost ukapa tečnost manje gustoće, gdje su sile kohezije veće od sile adhezije, formiraće se kapljica elipsoidnog oblika na površini tečnosti (Slika 14. c).
- Ako u dvije tečnosti različitih gustina ukapamo obojenu tečnost, čija gustina ima vrijednost između gustina te dvije tečnosti, onda će se formirati elipsoidna kapljica između te dvije tečnosti (Slika 14. d).

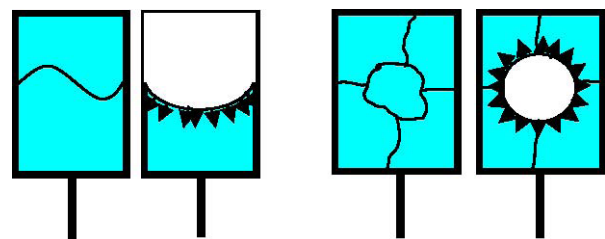
Napomena: Gustina tečnosti može se mijenjati. Kako?



OGLED 8

Opna od sapunice probijena na jednom dijelu rama zateže konac. Zašto?

Na drugom ramu probijanjem opne u petlji konac formira kružnicu pravilnog oblika. Zašto?



Slika 15. Položaj konca na opni od sapunice

OGLED 9

Proizvedite mjehuriće od sapunice.
Kako objašnjavate pojavu mjehurića od sapunice?

PRAKTIČNI DIO

1. LABORATORIJSKE VJEŽBE

OBLAST: POVRŠINSKI NAPON TEČNOSTI

Laboratorijska vježba broj 1

Naziv vježbe: Odrediti koeficijent površinskog napona alkohola pomoću birete metodom otkidanja kapljica

Pribor: Plastična bireta, četiri male plastične čaše (po 1 dl), vaga, voda i alkohol

Napomena: Koeficijent površinskog napona vode na sobnoj temperaturi je 73 mN/m.

Laboratorijska vježba broj 2

Naziv vježbe: Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti pomoću kapilare

Pribor: Kapilara, milimetarska traka, dvije staklene posudice, alkohol i voda

Napomena: Koeficijent površinskog napona vode na sobnoj temperaturi je 73 mN/m.

Laboratorijska vježba broj 3

Naziv vježbe: Određivanje koeficijenta površinskog napona tečnosti metodom otkidanja prstena

Pribor: Metalni stativ, opruga, aluminijski prsten, nonijus, posuda sa vodom, posuda za prihvatanje vode koja ističe

Napomena: Silu otkidanja prstena od površine tečnosti očitati sa priloženog grafikona

2. OGLEDI IZ POVRŠINSKOG NAPONA TEČNOSTI

OGLED 1

a) Povucite klip medicinske šprice do sredine cilindra. Zatvorite otvor za iglu prstom pa pokušajte sabiti zrak. Kako ide?

b) Sada pokušajte sabiti zrak. Kako ide?

c) Sada napunite medicinsku špricu vodom do polovine. Pokušajte sabiti klipom vodu. Kako ide?

d) Sada pokušajte razvući vodu. Klip se pomjera, a da li se volumen vode povećava? Napunite medicinsku špricu vodom do polovine. Zatvorite dodatak za iglu prstom.

Izvedite zaključak

OGLED 2

a) Prislonite dvije staklene ploče jednu uz drugu, a zatim ih razdvojte. Da li je teško?

b) Suhe staklene ploče vucite jednu preko druge. Kako ide? Zašto?

c) Spojte nakvašene staklene ploče vodom. Pokušajte ih sada razdvojiti. Kako ide? Zašto?

d) Nakvašene staklene ploče vucite jednu preko druge. Kako ide? Zašto?

Objasnite ove pojave.

OGLED 3

- Stavite u vodu svijeću i izvadite je.
- Stavite školsku kedu u vodu i izvadite je.
- Stavite u vodu kocku šećera i izvadite je.
- Stavite u vodu komad bitumena i izvadite ga.
- Stavite u vodu komad maltera i izvadite ga.
- Stavite u vodu komad cigle i izvadite ga.
- Stavite u vodu kamen i izvadite ga.
- Stavite u vodu palomu i izvadite je.

Koja su tijela mokra, a koja nisu? Objasnite ove pojave.

OGLED 4

Na stolu imate ramove od žice s labavim koncem. Uronite ram u vodu sa sapunicom. Na ramu će se formirati opna od sapunice. Kakav oblik zauzima konac? Probijte jednu polovinu opne. Šta se dogodilo s koncem? Šta možete zaključiti?

Formirajte opnu od sapunice na ramu koji u sebi ima petlju. Probijte petlju u sredini. Šta ste zapazili? Kakav zaključak možete donijeti?

Formirajte opnu na ramu sa poretnom stranicom. Razvucite opnu preko pokretne stranice rama, a zatim je pustite. Šta se dogodilo s pokretnom stranicom rama? Kakav je zaključak?

Objasnite pojave koje ste uočili.

OGLED 5

a) Naspite u staklenu posudu sa vodom nekoliko kapi ulja.

Šta primjećujete?

Dodajte u vodu pažljivo alkohol.

Šta sada primjećujete?

Opišite pojavu koju ste uočili.

b) Naspite u staklenu čašu HN izol masu.

Dodajte u čašu vode.

Šta primjećujete?

Dodajte u vodu kuhinjske soli.

Šta primjećujete?

Opišite pojave koje ste uočili.

3. PITANJA

I Biljni svijet

1. Na koji način biljke obezbjeđuju vodu i minerale za život?

2. Zašto trava ne može da izraste visoko kao drvo?

3. Kako biljni svijet uspije opstati za vrijeme sušnog perioda?

4. Gdje nestaje voda sa površine zemljišta poslije obilnih kiša?

5. Koja je uloga lista na biljkama?

II Građevinarstvo

6. Otkud vlaga u zidovima prizemnih prostorija?

7. Je li vlaga u zidu štetna ili korisna pojava po građevinski objekat?

8. Zašto duže traju plastične vodovodne i kanalizacione cijevi od metalnih?

9. Zašto ljudi postavljaju ljepenu ili katran na temelj kuće?

10. Zašto ljudi postavljaju fasade na kuće?

11. Zašto ljudi pokrivaju kuće?

III Ekologija

12. Zašto je staklo, najlon, celofan, PET ambalaža, keramika i guma nepoželjan otpad?

13. Zašto je opasno izlivanje nafte u moru ili okeanu?

14. Zašto je zabranjeno izlivanje nafte, ulja i benzina u kanalizaciju?

15. Zašto je zabranjeno prosipanje nafte, ulja i benzina u zemljište?

16. Na kom principu funkcioniše lampa petrolejka i fenjer?

17. Zašto ljudi premazuju drveno kolje prerađenim uljem?

IV Medicina

18. Zašto se kiseonik veže za krv?

19. Na koji način kiseonik dolazi do organa u organizmu?

20. Na koji način se organi oslobađaju štetnih materija iz organizma?

21. Zašto mast u krvi može biti štetna po zdravlje?

22. Zašto ljudi prije operacije moraju regulisati šećer na normalu?

23. Kako se organi u živim organizmima oslobađaju štetnih materija?

V Praksa

24. Zašto morate svjedočanstva ispunjavati administrativnim mastilom?

25. Koje zahtjeve treba da ispune lotos maramice, papir za pisanje i papir za pakovanje namirnica?

26. Zašto se neki materijali teško kidaju?
27. Na kom principu funkcionišu ljepila?
28. Zašto metali oksidiraju?
29. Na kom principu funkcionišu boje i lakovi?
30. Zašto premazujemo metal temeljnom bojom?
31. Koja je razlika između temeljne boje i laka?
32. Zašto ljudi farbaju automobile?
33. Zašto kiselina nagriza materijale?

Literatura

1. Smailhodžić, H., S. Sulejmanović (2005): Fizika kroz jednačine i

tabele, Harfo-graf d. o. o., Tuzla.

2. Kulenović, E. (2002): Fizika za 7. razred osnovne škole, Svjetlost, Sarajevo.
3. Vučić, V. (1994): Osnovna mjerenja u fizici, Naučna knjiga, Beograd.
4. Backe, H., R. Backe, H. Giegengack (1987): Das Physik-Experimentierbuch, Verlag Harri, Deutsch.
5. Varičak, M., E. Vernić (1974): Vježbe iz fizike za srednje škole, Školska knjiga, Zagreb.
6. Gajić, S., N. Gabela, A. Vrcelj (1974): Eksperimentalni zadaci iz fizike, Svjetlost, Sarajevo.
7. Čajkovski, D., T. Čajkovski, A. Vrcelj (1990): Praktikum iz fizike, Svjetlost, Sarajevo.
8. Giancoli, D. C. (2005): Physics, Pearson Educacion International.

