

Napetost površine tekućine

Napetost površine uzrokovana je privlačnim silama između molekula tekućine (kohezijske sile). Zbog tih sila tekućina se nalazi u kondenziranom stanju, s izraženom površinom. Povećanje slobodne površine tekućine zahtjeva ulaganje energije, odnosno izvođenje rada potrebnog za svladavanje kohezijskih sila između molekula tekućine. Taj rad W proporcionalan je povećanju površine ΔA pri konstantnoj temperaturi:

$$W = \sigma \cdot \Delta A$$

gdje je σ koeficijent koji se naziva napetost površine, izražava se u jedinicama J/m^2 ili N/m . Duž neke zamišljene linije d na površini tekućine djeluje sila okomita na liniju d i tangencijalna na površinu tekućine. Ona se naziva sila napetosti površine F i proporcionalna je duljini d :

$$F = \sigma \cdot d$$

Povećanje površine dovodi do porasta potencijalne energije. Kako svi sustavi u prirodi teže stanju minimalne potencijalne energije, tekućina u posudi nastoji zauzeti što manju površinu, odnosno postići stanje minimalne potencijalne energije. U prostoru u kojem ne djeluju vanjske sile, tekućina poprima oblik kugle. U gravitacijskom polju, kap tekućine također ima približno oblik kugle. Protječe li tekućina sporo kroz usku cijev (kapilaru), ona će istjecati iz nje u kapima. Kap se otkida od ruba kapilare, u trenutku kada se težina kapi G izjednači sa napetosti površine F koja djeluje duž osi oboda kapilare:

$$G = F$$

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

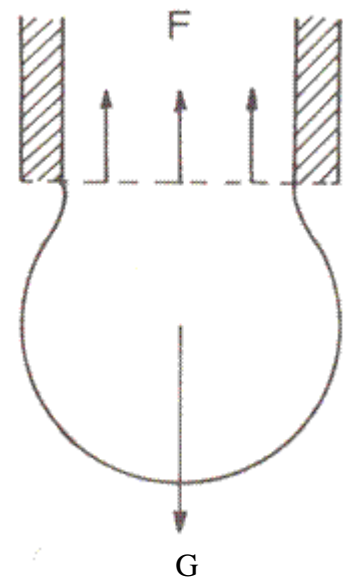
$$\frac{\rho V}{n}g = 2r\pi\sigma$$

gdje je m - masa kapljice, n - broj kapljica, V - volumen koji sadrži n kapi, ρ gustoća tekućine, r - radijus kapilare.

Za dvije različite tekućine jednadžbe će izgledati:

$$\frac{\rho_1 V}{n_1}g = 2r\pi\sigma_1 \quad \frac{\rho_2 V}{n_2}g = 2r\pi\sigma_2$$

Indeks '1' odnosi se na vodu, a indeks '2' na nepoznatu tekućinu. Radijus kapilare r i volumen tekućine V su u oba slučaja jednaki. Ako se podijele dva gornja izraza, dobije se izraz za relativnu napetost površine:



Slika 1 Kapanje tekućine iz kapilare

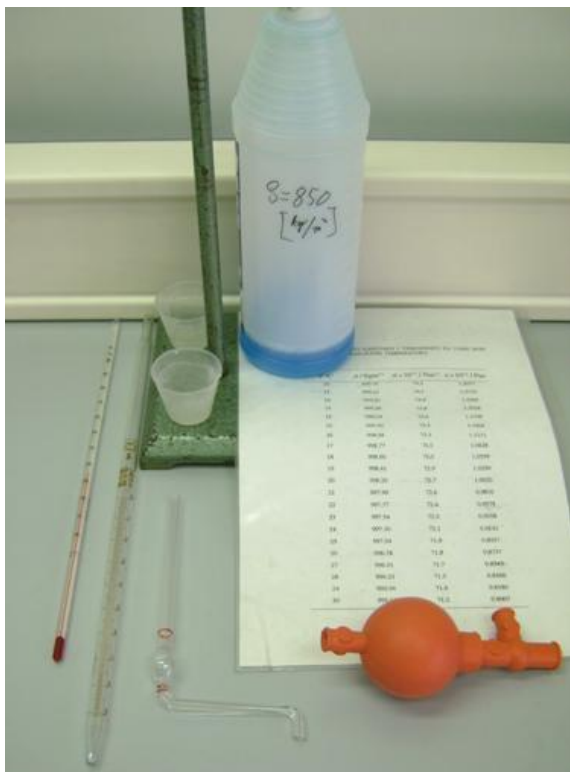
$$(\sigma_2)_{rel} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{n_1 \rho_2}{n_2 \rho_1}$$

Sada se može napisati konačni izraz za apsolutnu napetost površine nepoznate tekućine:

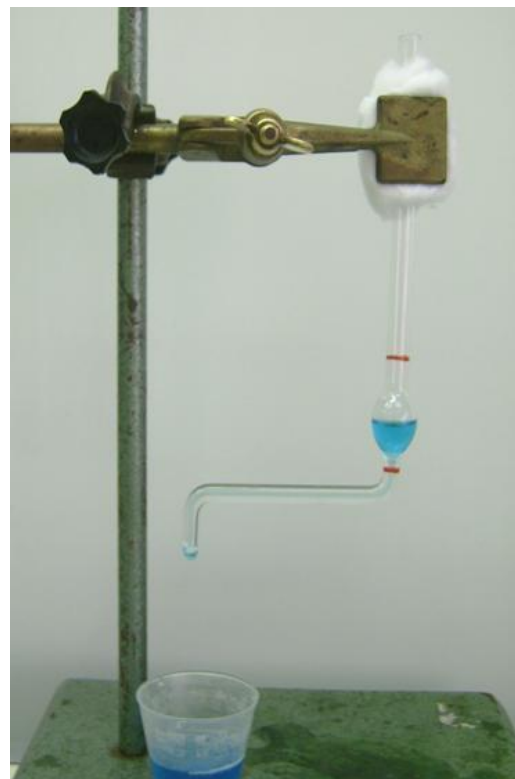
$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{n_1 \rho_2}{n_2 \rho_1}$$

Zadatak – Određivanje napetosti površine stalagmometrom.

Stalagmometar je staklena cijev koja na gornjem dijelu ima ugravirane dvije oznake, te je time određen volumen V . Cijev završava kapilalom kroz koju istječe tekućina u kapima. Stalagmometar se napuni pomoću priložene pipete malo iznad označene razine. Kapi se počnu brojati tek kada razina padne na nivo gornje oznake, i s brojanjem se nastavlja sve dok se razina tekućine ne spusti do donje oznake. Najprije se mjerenja rade za destiliranu vodu, a zatim za tekućinu gustoće $\rho_2 = 850 \text{ kg/m}^3$.



Slika 2 Pripor za mjerenje površinske napetosti stalagmometrom: termometar, pipeta, stalagmometar, dvije čaše, stalak sa držačem, gumena pumpa za pipetu, tablica sa vrijednostima površinske napetosti pri različitim temperaturama.



Slika 3 Detalj sastavljene aparature za mjerenje napetosti površine stalagmometrom.

Mjerenja unesite u tablicu:

Voda		Tekućina	
n_1	Δn_1	n_2	Δn_2
$\overline{n_1} =$	$\overline{\Delta n_1} =$	$\overline{n_2} =$	$\overline{\Delta n_2} =$
$\frac{\overline{\Delta n_1}}{\overline{n_1}} =$		$\frac{\overline{\Delta n_2}}{\overline{n_2}} =$	

Izračunajte srednju vrijednost za relativnu i apsolutnu napetost površine:

$$(\sigma_2)_{rel} = \frac{\overline{n_1}}{\overline{n_2}} \frac{\rho_2}{\rho_1} \qquad \sigma_2 = \sigma_1 (\sigma_2)_{rel}$$

Izračunajte srednju relativnu i srednju apsolutnu pogrešku za σ_2

$$\frac{\overline{\Delta \sigma_2}}{\overline{\sigma_2}} = \frac{\overline{\Delta n_1}}{\overline{n_1}} + \frac{\overline{\Delta n_2}}{\overline{n_2}} \qquad \overline{\Delta \sigma_2} = \frac{\overline{\Delta \sigma_2}}{\overline{\sigma_2}} \overline{\sigma_2}$$

Konačni rezultat napišite u obliku:

$$\sigma_2 = \overline{\sigma_2} \pm \overline{\Delta \sigma_2}$$

NAPOMENA: Termometar nije potrebno tresti. Nepoznatu tekućinu vratite u posudu.