

## TEHNOLOŠKE OPERACIJE - VJEŽBE - OBRAZOVANJE ODRASLIH

Jelena Danilović Zurnić, *prof. mentor*

### DNEVNIK RADA

Da bi se uspješno pratili, a kasnije i prikazali rezultati mjerenja potrebno je imati bilježnicu za vođenje dnevnika rada, milimetarski papir, pribor za crtanje, pisanje i računanje (ravnalo, tehnička olovka, gumica, kalkulator).

### PRAVILA PISANJA DNEVNIKA RADA:

- Dnevnik rada uvijek se piše na desnoj strani, kemijskom olovkom, u prvom licu jednine (lijeva strana dnevnika služi za eventualne ispravke).
- Za svaku vježbu pravi se zaglavlje točno određenih dimenzija.

3,0cm	Broj vježbe 2,5cm	NAZIV VJEŽBE 5,5cm	Datum izvođenja vježbe		1,5cm
			Datum pregleda vježbe 2,5cm	Potpis nastavnice 2,5cm	1,5cm

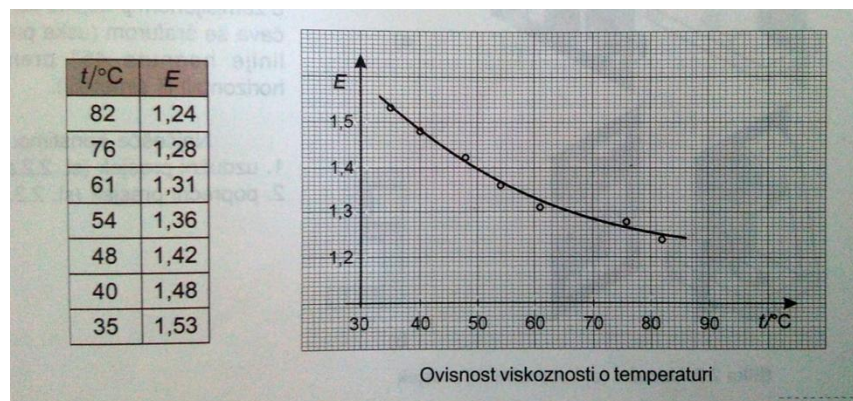
### VJEŽBA U DNEVNIKU RADA TREBA SADRŽAVATI:

1. Broj, naziv i datum izrade vježbe
2. Radni zadatak
3. Popis potrebnog pribora i kemikalija
4. Opis postupka
5. Zapažanja tijekom rada
6. Tablični i/ili grafički prikaz rezultata mjerenja
7. Proračun rezultata mjerenja
8. Slika aparature
9. Zaključak (uvijek na kraju svake vježbe)

*Ne mora svaka vježba sadržavati sve gore navedene komponente, ali radni zadatak ima svaka vježba, kao i zaključak koji se uvijek piše na kraju.*

## PRIKAZ REZULTATA

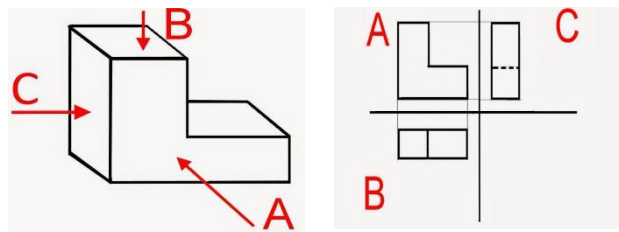
- Rezultati mjerenja obično se prikazuju tablično i grafički. Na taj način lakše uočavamo zakonitosti među rezultatima i lakše dolazimo do zaključaka.
- Da bi zaključci bili pravilni treba paziti da su sve jedinice u tablicama u odgovarajućem sistemu i da se dijagrami crtaju prema određenim pravilima.
- Dijagram se uvijek crta na milimetarskom papiru, osi koordinatnog sistema treba opisati, podjela na osi mora biti ravnomjerna, a dobivena krivulja treba predstavljati srednju vrijednost svih mjerenja.



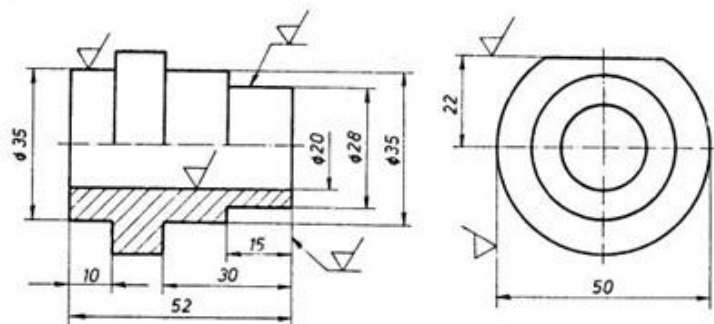
## PRIKAZ APARTURA

U tehničkom crtanju predmeti se prikazuju na tri načina:

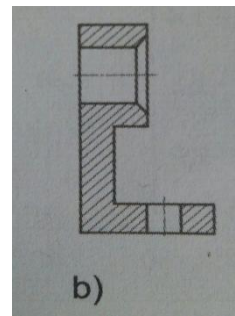
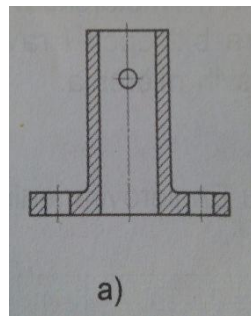
- Nacrt (pogled sprijeda)
- Tlocrt (pogled odozgo)
- Bokocrt (pogled sa strane)



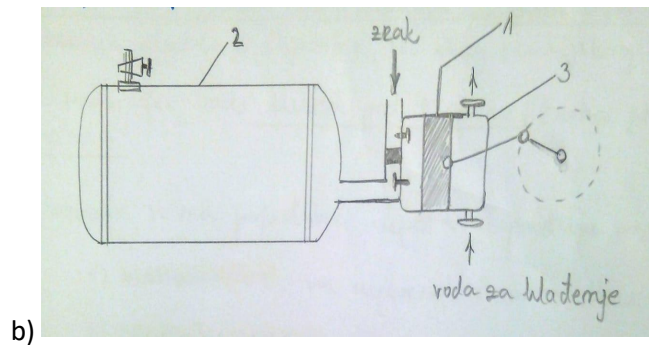
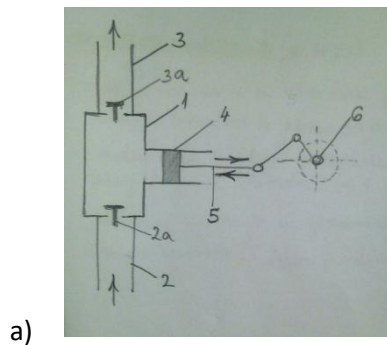
Tehnički crteži se mogu kotirati (označiti kotama), kada se na mjernoj crti sa strelicama unesu realne dimenzije predmeta:



Predmeti se mogu prikazati i presjekom, a razlikuju se uzdužni (a) i poprečni (b) presjek:



**Primjeri aparatura:** mehanizam klipne pumpe (a) i klipnog kompresora (b):



Uredan dnevnik rada s unesenim važnijim zapažanjima omogućava da se i nakon dužeg vremena prisjetite tijeka vježbe i dobivenih rezultata, pomaže pri donošenju zaključaka, omogućava kritički osvrt na poslove koji su završeni, bolju organizaciju obveza u budućem radu, racionalno korištenje vremena, prostora i materijala.

Nakon završenog rada podaci mjerenja i dobiveni rezultati predaju se nastavniku u obliku dnevnika rada koji sadrži sve najvažnije podatke.

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 1.

### RAD U LABORATORIJU

#### Zadatak:

1. Navesti pravila rada u laboratoriju
2. Navesti mjere sigurnosti i opreza u laboratoriju
3. Tablično prikazati osnovne i izvedene jedinice SI sustava
4. Tablično prikazati grčki alfabet

#### PRAVILA RADA U LABORATORIJU

Za uspješan rad u laboratoriju potrebne su pozitivne radne navike, racionalno korištenje radnog vremena i prostora, te takav način rada kojim se ne nanosi šteta sebi, drugima, okolini i laboratorijskom inventaru.

- Pri radu u laboratoriju treba se pridržavati svih mjera opreza naznačenih uz pojedinu vježbu.
- Da bi se zaštitila odjeća redovno se mora nositi zaštitna kuta, a prema potrebi zaštitne naočale, a duga kosa treba biti svezana u rep.
- Od pribora obavezno je imati krpu, šibice i deterdžent.

Radno mjesto i laboratorij smiju se napustiti tek nakon što su poduzete sve mjere kako bi se spriječile eventualne štete. Treba se uvjeriti kako su svi ventili za plin, vodu i drugo zatvoreni, električni uređaji, monitori, grijači, peći i slično isključeni, stol čist i obrisan, izlivi isprani vodom i čisti, skupocjeni uređaji spremljeni i zaštićeni. Potrebno je zatvoriti i sve prozore, te pažljivim podizanjem stolica omogućiti rad drugim djelatnicima škole.

#### MJERE SIGURNOSTI

- U laboratorij učenici ne smiju ulaziti sami niti samostalno raditi vježbe jer im u slučaju bilo kakve nezgode nema tko pružiti pomoć,
- Laboratorij mora biti opremljen osnovnim priborom za prvu pomoć,
- Manji požari mogu se gasiti mokrim krpama, pijeskom ili aparatima za gašenje požara (prah ili CO<sub>2</sub>); Odmah nakon pojave požara treba isključiti dovode električne struje i plina.
- Strojevi i uređaji u laboratoriju ne smiju se uključivati bez prisutnosti nastavnika, te se ne smiju prazniti i čistiti dok nisu isključeni,
- Zagrijani dijelovi aparatura ne smiju se dirati golim rukama, a naročito valja paziti na izlazak vruće pare.
- Otpatke u laboratoriju treba odvajati promišljeno na za to predviđeno mjesto.

## OSNOVNE I IZVEDENE JEDINICE SI SUSTAVA

U znanosti i tehnici, kao i u svakodnevnom životu služimo se Međunarodnim sustavom jedinica (engl. *Systeme International Unites*) koji je općenito prihvaćen 1960. godine.

**Tablica 1.** Osnovne jedinice SI sustava

Fizikalna veličina		SI jedinica	
Naziv	Znak	Naziv	Znak
Duljina	$l$	metar	m
Masa	$m$	kilogram	kg
Vrijeme	$t$	sekunda	s
Jakost električne struje	$I$	amper	A
Termodinamička temperatura	$T$	kelvin	K
Količina tvari	$n$	mol	mol
Intenzitet svjetlosti	$I$	kandela	cd

**Tablica 2.** Izvedene jedinice SI sustava

Veličina		Jedinica		
Naziv	Znak	Definicija jedinice	Znak	Naziv
Sila	$F$	$\text{kg m s}^{-2}$	N	newton
Tlak	$p$	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{N m}^{-2}$	Pa	pascal
Energija	$E$	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} = \text{N m}$	J	joule
Snaga	$P$	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} = \text{J s}^{-1}$	W	watt
Električni naboj	$Q$	A s	C	coulomb
Električni potencijal	$U$	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1} = \text{J C}^{-1}$	V	volt
Električni otpor	$R$	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-2} = \text{V A}^{-1}$	$\Omega$	ohm
Električna vodljivost	$G$	$\text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{A}^2$	S	siemens
Frekvencija	$f$	$\text{s}^{-1}$	Kz	hertz
Svjetlosni tok	$\Phi$	cd sr	lm	lumen
Radioaktivnost	$a$	$\text{s}^{-1}$	Bq	becquerel

## GRČKI ALFABET

Grčki alfabet je najstarije alfabetsko pismo. Slova grčkog alfabeta upotrebljavaju u znanosti.

**Tablica 3.** Grčki alfabet

veliko slovo	malo slovo	izgovor	veliko slovo	malo slovo	izgovor
$A$	$\alpha$	alfa	$N$	$\nu$	ni
$B$	$\beta$	beta	$\Xi$	$\xi$	ksi
$\Gamma$	$\gamma$	gama	$O$	$o$	omikron
$\Delta$	$\delta$	delta	$\Pi$	$\pi$	pi
$E$	$\epsilon$	epsilon	$P$	$\rho$	ro
$Z$	$\zeta$	zeta	$\Sigma$	$\sigma, \varsigma$	sigma
$H$	$\eta$	eta	$T$	$\tau$	tau
$\Theta$	$\theta$	theta	$\Upsilon$	$\upsilon$	ipsilon
$I$	$\iota$	jota	$\Phi$	$\phi, \phi$	fi
$K$	$\kappa$	kapa	$\chi$	$\chi$	hi
$\Lambda$	$\lambda$	lambda	$\Psi$	$\psi$	psi
$M$	$\mu$	mi	$\Omega$	$\omega$	omega

**Zaključak:**

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 2.

### USITNJAVANJE MLINOM ČEKIČAROM

#### Zadatak:

1. Usitniti zadanu količinu kukuruza
2. Izračunati stupanj usitnjenja ( $n_{red}$ ) prema Rittingerovu zakonu
3. Izračunati iskorištenje i gubitak usitnjavanja

**Pribor:** mlin čekičar, vaga, plastični pladanj, četke.

**Tvar za usitnjavanje:** zrnje kukuruza

**Opis postupka:** Odvagati zadani uzorak kukuruza i staviti ga u očišćeni mlin čekičar. Kućište treba dobro zatvoriti leptir maticom na vijku. U mlin ulazi materijal krupnoće najvećih komadića  $d = 7,0$  mm, a traži se da se materijal samelje na čestice krupnoće  $d = 0,3$  mm. Nakon usitnjavanja istresti i izvagati meljivo, a kućište mlina dobro očistiti. Izračunati stupanj usitnjenja prema Rittingerovu zakonu, te iskorištenje i gubitak usitnjavanja.

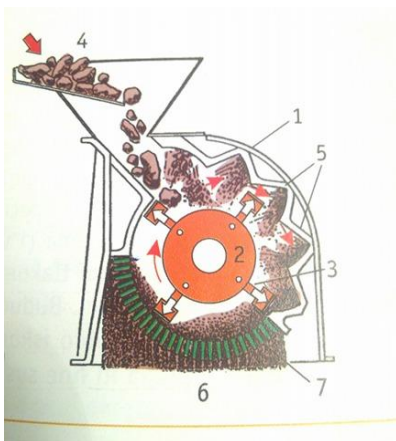
#### Račun:

$$m_1 (\text{kukuruza}) = 8,55 \text{ kg}$$

$$m_2 (\text{kukuruza}) = 8,19 \text{ kg}$$

$$n_{red.} = \frac{d_{poč.}}{d_{kon.}} \quad l = \frac{m_{kon.}}{m_{poč.}} \cdot 100 \% \quad G = 100 \% - l$$

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 3.

### USITNJAVANJE KUGLIČNIM MLINOM

#### Zadatak:

1. Usitniti zadanu količinu krede kugličnim mlinom
2. Provesti granulometrijsku analizu dobivenog usitnjenog materijala
3. Izračunati iskorištenje prosijavanja i gubitak provedene analize

**Pribor:** kuglični mlin, vaga, niz sita poznatih promjera očica, plastične posude, plastični pladanj, četke.

**Tvar za usitnjavanje:** kreda

**Opis postupka:** Odvagati zadanu količinu uzorka i staviti zajedno s kuglama različitih veličina u očišćeni bubanj kugličnog mlina te dobro zatvoriti bubanj poklopcem. Nakon usitnjavanja sadržaj bubnja istresti na plastični pladanj. Bubanj i kugle dobro očistiti. Sve meljivo izvagati te načiniti granulometrijsku analizu nizom sita uz ručno prosijavanje. Izvagati frakcije zaostale na sitima, te odrediti stupanj usitnjenja.

#### Račun:

Prije sijanja bilo je 865 g, a poslije sijanja na sitima redom 275 g, 268 g i 278 g

$$I = \frac{m_{kon.}}{m_{poč.}} \cdot 100 \% \quad G = 100\% - I$$

#### Postoci po sitima:

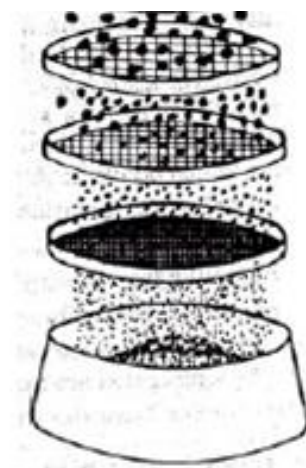
Računamo udio svake frakcije u početnoj masi (865 g):

$$1. \text{ sito: } w_1 = \frac{m_1}{m_{ukupno}} \cdot 100\% \approx 31.79\%$$

$$2. \text{ sito: } w_2 = \frac{m_2}{m_{ukupno}} \cdot 100\% \approx 30.98\%$$

$$3. \text{ sito: } w_3 = \frac{m_3}{m_{ukupno}} \cdot 100\% \approx 32.14\%$$

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 4.

### MJERENJE BROJA OKRETAJA BUBNJA KUGLIČNOG MLINA

#### Zadatak:

1. Izračunati optimalan broj okretaja kugličnog mlina
2. Izračunati snagu za pogon mlina

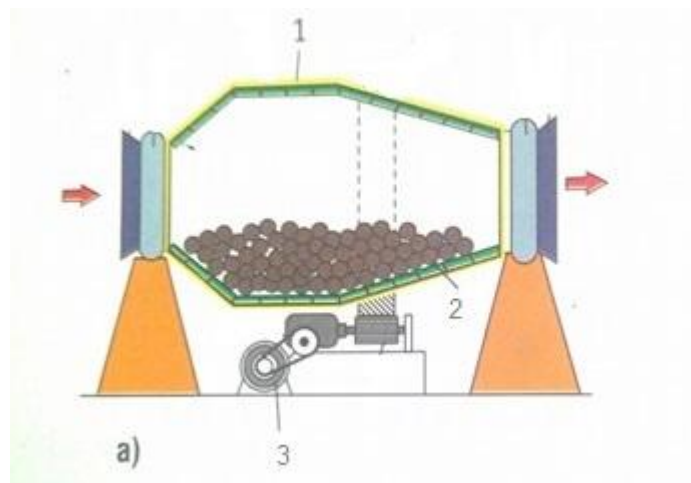
**Pribor:** kuglični mlin, brojač okretaja, štoperica, metar, pomična mjerka

**Opis postupka:** Metrom izmjeriti opseg bubnja mlina ( $O = 82$  cm) te izračunati vanjski promjer mlina ( $d_v$ ). Pomičnom mjerkom izmjeriti debljinu stijenke bubnja ( $\delta = 0,5$  cm) i izračunati unutarnji promjer bubnja ( $d_u$ ). Pomoću unutarnjeg promjera bubnja izračunati optimalan broj okretaja mlina i snagu za pogon mlina ako je masa kugli 5 kg.

#### Račun:

$$O = d_v \cdot \pi \quad d_u = d_v - 2\delta \quad n = \frac{0,5}{\sqrt{d_u m}} \quad P = 6 \cdot m_k \cdot \sqrt{d_u m}$$

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 5.

### ODREĐIVANJE GUSTOĆE

#### Zadatak:

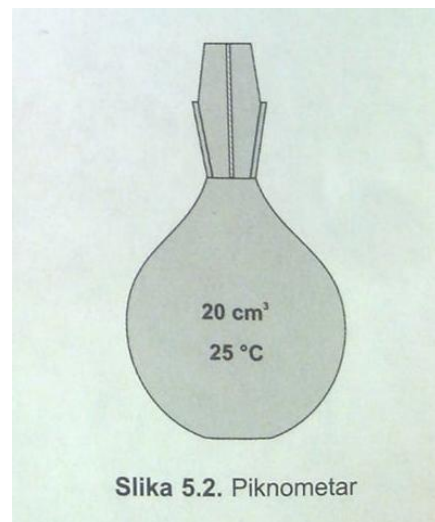
1. Odrediti gustoću ispitivane tekućine piknometrom
2. Izračunati relativnu gustoću suncokretovog ulja

**Pribor:** Menzura, piknometar, vaga

**Tvar:** ispitivana tekućina (ulje)

**Opis postupka:** Izvagati prazan piknometar. Do vrha uliti u piknometar ulje i začepiti tako da kroz središnji dio čepa izađe sav višak tekućine. Izvagati napunjen piknometar i iz razlike masa punog i praznog piknometra izračunati masu ulja, te pomoću poznatog volumena piknometra izračunati gustoću ulja.

#### Crtež:



#### Račun:

$$m_1(\text{prazan pik.}) = 250,00 \text{ g}$$

$$m_2(\text{pik. + uzorak}) = 268,4 \text{ g}$$

$$m(\text{uzorak}) = m_2 - m_1$$

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [kgm}^{-3}\text{] ili [gcm}^{-3}\text{]}$$

$$\text{Relativna gustoća: } \delta = \frac{\rho}{\rho_0}$$

$$\rho_0(\text{H}_2\text{O}) = 0,988 \text{ gcm}^{-3}$$

#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 6.

### ODREĐIVANJE RELATIVNE VISKOZNOSTI OSTWALDOVIM VISKOZIMETROM

#### Zadatak:

1. Pomoću Ostwaldovog viskozimetra odrediti viskoznost 70% etanola
2. Izračunati relativnu i kinematičku viskoznost etanola

**Pribor:** Ostwaldov viskozimetar, štoperica, čaša od 100 cm<sup>3</sup>, graduirana pipeta s propipetom, menzura od 25 cm<sup>3</sup>

**Tvar:** 70 % etanol

**Opis postupka:** U dobro očišćen Ostwaldov viskozimetar uliti pipetom kroz krak C točno određen volumen destilirane vode. Pomoću gumene cijevčice usisati tekućinu u krak D nešto iznad gornje granice oznake A i ostaviti je da slobodno istječe iz tog kraka. Štopericom mjeriti vrijeme potrebno da se tekućina spusti od oznake A do oznake B. Mjerenje ponoviti za vodu i za svaku zadanu tekućinu tri puta.

#### Račun:

$$\mu_2 = \mu_1 \frac{\rho_2 \times t_2}{\rho_1 \times t_1}$$

Pri čemu je:

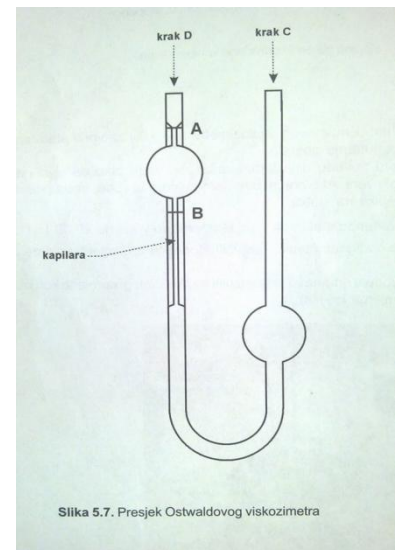
- $\mu_1$  – dinamička viskoznost destilirane vode pri zadanoj temperaturi ( $1,001 \cdot 10^{-3}$  Pas)
- $\rho_1$  – gustoća destilirane vode pri zadanoj temperaturi ( $0,998 \text{ gcm}^{-3}$ )
- $t_1$  – vrijeme istjecanja destilirane vode (21 s, 20 s, 22 s)
- $\mu_2$  - dinamička viskoznost ispitivane otopine pri zadanoj temperaturi
- $\rho_2$  – gustoća ispitivane otopine pri zadanoj temperaturi – očitati sa reagens boce ili iz literature ( $0,8542 \text{ gcm}^{-3}$ )
- $t_2$  – vrijeme istjecanja ispitivane otopine (53 s, 54 s, 55s)

$$\mu_R = \frac{\mu}{\mu_0}$$

$$\mu_0(\text{H}_2\text{O}) = 1,001 \cdot 10^{-3} \text{ Pas}$$

$$v = \frac{\mu}{\rho} [\text{m}^2\text{s}^{-1}]$$

#### Zaključak:



## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 7.

### STRUJANJE FLUIDA

#### Zadatak:

1. Izračunati protok vode kroz izlaznu cijev
2. Odrediti vrstu strujanja vode u glatkoj horizontalnoj cijevi pomoću Reynoldsovog broja
3. Odrediti pad tlaka u cijevi pomoću Darcy – Weisbachovog zakona

**Pribor:** aparatura po Reynoldsu, štoperica

**Tvar:** vodovodna voda

**Opis postupka:** Spremnik za vodu napuniti vodovodnom vodom do otvora cijevi na vrhu. Stalnim dotokom vode održavati razinu u spremniku, tj. stalan hidrostatski tlak u izlaznoj cijevi. Izlazna cijev mora biti horizontalna i bez mjehurića zraka. Pomoću štoperice izmjeri se vrijeme potrebno da iz cijevi isteče zadani volumen vodovodne vode ( $2000 \text{ cm}^3$ ). Pomičnom mjerkom izmjeriti se unutarnji promjer cijevi (8,00 mm), a metrom duljinu cijevi (45,00 cm). Koeficijent trenja iznosi 0,02.

#### Račun:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

$$t_1 = 33,18 \text{ s}; t_2 = 31,58 \text{ s}; t_3 = 34,78 \text{ s}$$

$$Q_v = 0,785 \cdot d_u^2 \cdot v$$

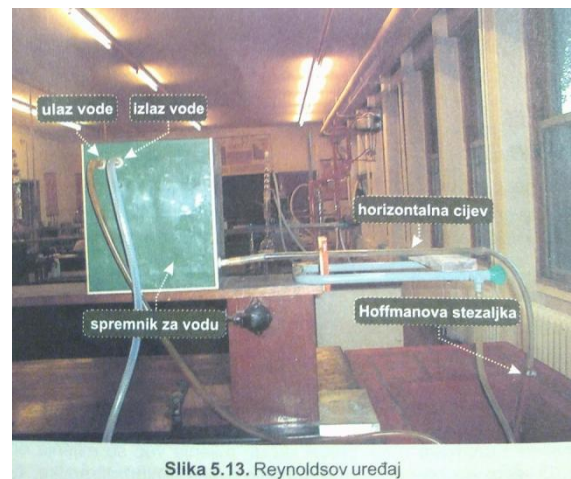
$$Re = \frac{d_u \times v \times \rho}{\mu}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 0,9982 \text{ gcm}^{-3}$$

$$\mu(\text{H}_2\text{O}) = 1,001 \cdot 10^{-3} \text{ Pas}$$

$$\Delta p = \xi \frac{l \times v \times \rho}{2 d_u} \quad [\text{Pa}] \text{ ili } [\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-2}]$$

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 8.

### TRANSPORT I SKLADIŠTENJE PLINA

#### Zadatak:

1. Transportirati zrak pomoću klipnog (stapnog) kompresora do mokrog niskotlačnog gazometra (metalno zvono s bazenom i vodom)
2. Izračunati volumen i ukupan tlak zraka pod zvonom
3. Izračunati količinu zraka pod zvonom temperature 20°C

**Pribor:** Klipni (stapni) kompresor, metalno zvono s bazenom i vodom, utezi, metar

**Tvar:** zrak

**Opis postupka:** Izmjeriti vanjski promjer (30 cm) i debljinu stijenke zvona (4 mm). Otvoriti pipce na zvonu i zvono uroniti u vodu. Na zvono staviti utege i zatvoriti pipce. Masa zvona sa utezima iznosi 20 kg. Uključiti kompresor, te puniti zvono zrakom do zadane visine zvona od 50 cm otvaranjem pipca na kompresoru.

#### Račun:

$$d_u = d_v - 2s \quad A = \frac{d_u^2 \pi}{4} \quad G = m \cdot g$$

$$p' = \frac{G}{A} \quad p_{uk.} = p_{atm} + p'$$

$$V = \frac{d_u^2 \pi}{4} * h \quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

#### Crtež:



#### Gdje je:

T – temperatura plina pod zvonom (K)	$d_u$ – unutarnji promjer zvona (m)
R – opća plinska konstanta, $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ( $\text{J} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ )	s – debljina stijenke zvona (m)
$p_{uk.}$ – ukupni tlak plina pod zvonom ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ) ( $\text{Pa} = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$ )	$d_v$ – vanjski promjer zvona (m)
$p'$ – predtlak plina pod zvonom uzrokovan njegovom težinom (Pa)	O – opseg zvona (m)
G – težina zvona ( $\text{kg m s}^{-2}$ ); ( $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ )	V – volumen plina pod zvonom ( $\text{m}^3$ )
A – površina baze zvona ( $\text{m}^2$ )	h – visina plina pod zvonom (m)
m – masa zvona (s utezima) (kg)	

#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 9.

### SEDIMENTACIJA

#### Zadatak:

1. Eksperimentalno odrediti brzinu taloženja čestica pijeska u vodi
2. Izračunati brzinu taloženja čestica pijeska u vodi pomoću Stokesovog zakona ako se uzme da je promjer čestica 0,18 mm i gustoća čestica  $2290 \text{ kgm}^{-3}$
3. Usporediti praktične i teorijske rezultate brzine taloženja čestica

**Pribor:** kolona za sedimentaciju (menzura), stakleni štapić, štoperica

**Tvar:** pijesak i voda

**Opis postupka:** U većoj menzuri pomoću staklenog štapića dobro izmješati suspenziju pijeska i vode. Štopericom mjeriti vrijeme taloženja jedne odabrane čestice između dvaju oznaka na određenoj udaljenosti (10 cm). Mjerenje ponoviti tri puta i uzeti srednju vrijednost. ( $t_1 = 4,40 \text{ s}$ ,  $t_2 = 4,35 \text{ s}$ ;  $t_3 = 4,50 \text{ s}$ ).

#### Račun:

$$V_{(\text{praktično})} = \frac{h}{t} [\text{ms}^{-1}] \quad \text{i} \quad V_{(\text{teorijsko})} = \frac{d_c^2 * (\rho_c - \rho) * g}{18 \mu} [\text{ms}^{-1}]$$

gdje je:

v – brzina taloženja čestica [ $\text{ms}^{-1}$ ]

h – prevaljeni put čestice [m]

t – vrijeme potrebno da čestica prevali zadani put kroz tekućinu [s]

$d_c$  – promjer najsitnijih čestica [m]

$\rho_c$  – gustoća čestica [ $\text{kgm}^{-3}$ ]

$\rho$  – gustoća fluida [ $\text{kgm}^{-3}$ ]

$\mu$  – viskoznost medija [ $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ]

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 10.

### FILTRACIJA

#### Zadatak:

1. Treba izračunati srednju brzinu filtriranja

**Pribor:** laboratorijska filter-preša, metar

**Tvar:** pijesak i voda

**Opis postupka:** Izvedena je probna filtracija suspenzije vode i pijeska na laboratorijskom filtru sastavljenom od 25 okvira. Promjer jednog okvira je 0,124 m. Dobiveni su slijedeći rezultati:

t/min	5	10	15
V <sub>f</sub> /ml	580	680	740

#### Račun:

$$A_f = \frac{d_o^2 \pi}{4} \cdot 2n \quad v_f = \frac{V}{t \cdot A_f} \quad [\text{ms}^{-1}] \quad \bar{v}_f = \frac{v_f 1 + v_f 2 + v_f 3}{3}$$

#### Gdje je:

$v_f$  – brzina filtriranja [ $\text{ms}^{-1}$ ]

$V$  – volumen filtrata [ $\text{m}^3$ ]

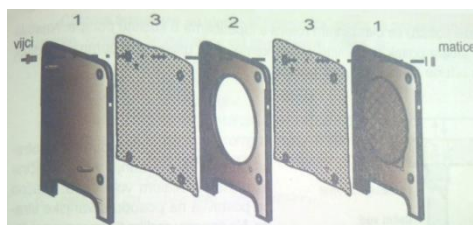
$t$  – vrijeme provođenja filtriranja [s]

$A_f$  – površina filtra [ $\text{m}^2$ ]

$d_o$  – promjer okvira [m]

$n$  – broj okvira

#### Crtež:



#### Zaključak:

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 11.

### EKSTRAKCIJA

**Zadatak:** Treba odrediti maseni udio NaCl u uzorku nakon ekstrakcije

**Pribor:** Aparatura po Soxhletu, menzura, pipeta, vaga

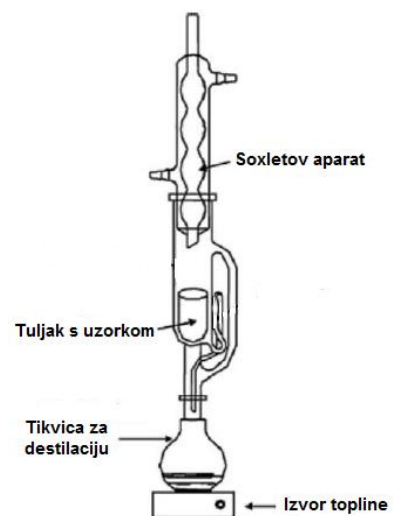
**Tvar:** NaCl, pijesak, destilirana voda

**Opis postupka:** U tuljak nasuti zadanu količinu uzorka NaCl u pijesku (10 - 15 g). U tikvicu uliti 250 ml destilirane vode i zagrijavati. Kada voda iz tikvice predestilira i potopi tuljak s uzorkom, počinje ekstrakcija koja traje najmanje jedan sat (voda mora prelići tuljak barem tri puta). Nakon ekstrakcije izmjeriti menzutom volumen otopine u tikvici pri čemu treba voditi računa da je sva voda iz povratnog hladila i srednjeg dijela Soxhleata vraćena u tikvicu (248 ml). U izvaganu čašu otpipetirati 50 ml otopine. Izvagati čašu s otopinom (52,79 g). Izračunati gustoću otopine i iz tablice očitati masenu koncentraciju NaCl.

**Potrebne formule:**

$$\rho_{(\text{otopina})} = \frac{m(\text{otopina})}{V(\text{otopina})} \rightarrow V(\text{otopine NaCl očitati iz tablice})$$

Gustoća vodenih otopina NaCl pri 20°C					
$\rho/\text{g cm}^{-3}$	w/%	$\gamma/\text{g dm}^{-3}$	$\rho/\text{g cm}^{-3}$	w/%	$\gamma/\text{g dm}^{-3}$
1,0053	1	10,05	1,1009	14	154,10
1,0125	2	20,25	1,1162	16	178,60
1,0268	4	41,07	1,1319	18	203,70
1,0413	6	62,48	1,1478	20	229,60
1,0559	8	84,47	1,1640	22	256,10
1,0707	10	107,10	1,1804	24	283,30
1,0857	12	130,30	1,1972	26	311,30



$$m(\text{NaCl u 248ml}) = V(\text{otopine NaCl}) \cdot V(\text{otopina-ukupni})$$

$$m(\text{otopina}) = \rho(\text{otopina}) \cdot V(\text{otopina-ukupni})$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{otopina})}$$

**Zaključak:**

## PROPIS ZA IZRADU VJEŽBE 12.

### APSORPCIJA

**Zadatak:** Provesti apsorpciju CO<sub>2</sub> u vodi i odrediti mjerodavnu razliku masenih koncentracija na ulazu i izlazu iz kolone ( $\Delta\gamma_B$ )

**Pribor:** Kippov aparat, apsorpcijska kolona, čaša, Erlenmeyer tikvica, pipeta, bireta, štoperica

**Tvar:** usitnjeni CaCO<sub>3</sub>, HCl (1:1), NaOH (c = 0,01 moldm<sup>-3</sup>), fenolftalein

**Opis postupka:** Kroz srednji otvor Kippovog aparata ubaciti nekoliko komadića usitnjenog CaCO<sub>3</sub>. Otvoriti pipac Kippovog aparata za izlaz nastalog CO<sub>2</sub> i uvesti nastali plin u apsorpcijsku kolonu. Protustrujno kroz kolonu pustiti vodu iz spremnika. Štopericom mjeriti vrijeme potrebno za istjecanje zadanog volumena nastale H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> u izvaganu čašu. Nakon tri minute iz apsorbera istekne 37,5 g kiseline. Kolona je s punilom specifične površine od 60 m<sup>2</sup>m<sup>-3</sup>, visine 0,9 m i unutarnjeg promjera 6,0 cm. Pokusima i proračunom je utvrđeno da koeficijent ukupnog prolaza tvari iznosi 0,004 ms<sup>-1</sup>.

**Potrebne formule:**

$$Q_B = \frac{m}{t} \text{ [kgs}^{-1}\text{]} \quad A_{sp} = \frac{A_{uk.}}{V_{kol.}} \text{ [m}^{-2}\text{m}^{-3}\text{]} \quad V_{kol.} = \frac{r^2 \pi}{4} \cdot h = 0,785 \cdot d^2 \cdot h \text{ [m}^3\text{]}$$

$$Q_B = K \cdot A_{uk.} \cdot \Delta\gamma_B \text{ [kgs}^{-1}\text{]}$$

**Zaključak:**