

Medicinski fakultet Osijek,

Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo

UVOD U IZVOĐENJE PRAKTIČNIH LABORATORIJSKIH VJEŽBI

Sadržaj

- Fizika
- Mjerne jedinice
- Mjerenje i račun pogreške
- Zaokruživanje
- Praktične vježbe

Fizika

- Daje temeljne spoznaje o materijalnom svijetu
- Promatra
 - objektivna svojstva tijela
 - objektivna svojstva tvari od kojih su tijela izgrađena
 - stanja u kojima se nalaze tijela i tvari
 - pojave pri promjenama stanja tijela, odnosno stanja tvari

Mjerne jedinice

- Objektivna svojstva opisujemo fizikalnim veličinama i izražavamo mjernim jedinicama.
- Bez mjerne jedinice nemamo potpunu informaciju o promatranom predmetu ili pojavi.

- Dimenzije bazena su širina \times duljina = 25 m \times 50 m
 - Izrazite dimenzije bazena u centimetrima

- Dimenzije bazena su širina \times duljina = 25 m \times 50 m
 - Izrazite dimenzije bazena u centimetrima:
2 500 cm \times 5 000 cm

- Dimenzije bazena su širina \times duljina = 25 m \times 50 m
 - Izrazite dimenzije bazena u centimetrima:
2 500 cm \times 5 000 cm
 - Izračunajte površinu bazena i izrazite ju u m², cm² i km²

- Dimenzije bazena su širina \times duljina = 25 m \times 50 m
 - Izrazite dimenzije bazena u centimetrima:
2 500 cm \times 5 000 cm
 - Izračunajte površinu bazena i izrazite ju u m², cm² i km²

$$P = 1\,250\, m^2 = 12\,500\,000\, cm^2 = 0,00125\, km^2$$

Mjerne jedinice

- Znanstveni zapis brojeva:

$$P = 1\,250\,m^2 = 12\,500\,000\,cm^2 = 0,00125\,km^2$$

$$P = 12\,500\,000\,cm^2 = 1,25 \cdot 10^7\,cm^2$$

$$P = 0,00125\,km^2 = 1,25 \cdot 10^{-3}\,km^2$$

Tablica 1: Faktori i prefiksi za veće i manje mjerne jedinice u SI sustavu

Faktor	Decimalni prikaz	Prefiks	Simbol
10^9	1 000 000 000	giga	G
10^6	1 000 000	mega	M
10^3	1 000	kilo	k
10^2	100	hekto	h
10^1	10	deka	da
10^0	1		
10^{-1}	0,1	deci	d
10^{-2}	0,01	centi	c
10^{-3}	0,001	mili	m
10^{-6}	0,000 001	mikro	μ
10^{-9}	0,000 000 001	nano	n

- Pretvorite:

$$125 \text{ ml} = ? \text{ l}$$

$$22 \text{ g} = ? \text{ mg}$$

$$140 \text{ } \mu\text{s} = ? \text{ s}$$

Faktor	Decimalni prikaz	Prefiks	Simbol
10^9	1 000 000 000	giga	G
10^6	1 000 000	mega	M
10^3	1 000	kilo	k
10^2	100	hekto	h
10^1	10	deka	da
10^0	1		
10^{-1}	0,1	deci	d
10^{-2}	0,01	centi	c
10^{-3}	0,001	mili	m
10^{-6}	0,000 001	mikro	μ
10^{-9}	0,000 000 001	nano	n

Mjerenje i račun pogreške

Mjerenje i račun pogreške

- Pogreške su uzrokovane:
 - Nepreciznošću mjernog instrumenta
 - Subjektivnim stanjem opažača
 - Malim promjenama uvjeta mjerenja

Mjerenje i račun pogreške

- Račun pogrešaka je statistički postupak pomoću kojeg određujemo iznos mjerene veličine i pogreške nastale pri mjerenju.

- Želimo izmjeriti temperaturu vode u bazenu
 - Termometrom izmjerimo temperaturu t vode u bazenu
 - Mjerenja ponovimo pet puta i rezultate unesemo u tablicu

- Želimo izmjeriti temperaturu vode u bazenu
 - Termometrom izmjerimo temperaturu t vode u bazenu
 - Mjerenja ponovimo pet puta i rezultate unesemo u tablicu

Redni broj mjerenja	t (°C)	Δt (°C)
1	25	
2	24	
3	27	
4	26	
5	23	

- Obrada izmjerenih podataka:
 - izračunati srednju vrijednost,
 - apsolutnu pogrešku,
 - srednju apsolutnu pogrešku,
 - relativnu pogrešku

Redni broj mjerjenja	t (°C)	Δt (°C)
1	25	
2	24	
3	27	
4	26	
5	23	

Mjerenje i račun pogreške

- Srednja vrijednost (aritmetička sredina): zbroj svih izmjerenih veličina podijeljen ukupnim brojem mjerenja

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

x_i izmjerene vrijednosti

N ukupan broj mjerenja

- Obrada izmjerenih podataka:
 - izračunati srednju vrijednost,
 - apsolutnu pogrešku,
 - srednju apsolutnu pogrešku,
 - relativnu pogrešku

Redni broj mjerjenja	t (°C)	Δt (°C)
1	25	
2	24	
3	27	
4	26	
5	23	
	$\bar{t} = 25 \text{ °C}$	

Mjerenje i račun pogreške

- Odstupanje ili apsolutna pogreška pokazuje koliko pojedino mjerenje odstupa od srednje vrijednosti a računa se kao apsolutna vrijednost razlike srednje vrijednosti i pojedinog mjerenja:

$$\Delta x_i = |\bar{x} - x_i|$$

- Obrada izmjerenih podataka:
 - izračunati srednju vrijednost,
 - apsolutnu pogrešku,
 - srednju apsolutnu pogrešku,
 - relativnu pogrešku

Redni broj mjerjenja	t (°C)	Δt (°C)
1	25	0
2	24	1
3	27	2
4	26	1
5	23	2
	$\bar{t} = 25 \text{ °C}$	

Mjerenje i račun pogreške

- Srednja apsolutna pogreška je srednja vrijednost svih odstupanja za promatranu veličinu:

$$\overline{\Delta x} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots + \Delta x_N}{N}$$

Δx_i apsolutna pogreška pojedine izmjerene vrijednosti
N ukupan broj mjerenja

- Obrada izmjerenih podataka:
 - izračunati srednju vrijednost,
 - apsolutnu pogrešku,
 - srednju apsolutnu pogrešku,
 - relativnu pogrešku

Redni broj mjerjenja	t (°C)	Δt (°C)
1	25	0
2	24	1
3	27	2
4	26	1
5	23	2
	$\bar{t} = 25^\circ\text{C}$	$\overline{\Delta t} = 1,2^\circ\text{C}$

Mjerenje i račun pogreške

- Relativnu pogrešku definiramo kao omjer srednje apsolutne pogreške i srednje vrijednosti
- Relativnu pogrešku najčešće izražavamo kao postotak

$$\frac{\overline{\Delta t}}{\bar{t}} = \frac{1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}}{25 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,048 = 4,8 \%$$

- Na kraju zapisujemo dobiveni rezultat u obliku

$$t = (\bar{t} \pm \overline{\Delta t}) \text{ mjerna jedinica}$$

- Na kraju zapisujemo dobiveni rezultat u obliku

$$t = (\bar{t} \pm \overline{\Delta t}) \text{ mjerna jedinica}$$
$$t = (25 \pm 1,2) \text{ }^\circ\text{C}$$

- Na kraju zapisujemo dobiveni rezultat u obliku

$$t = (\bar{t} \pm \overline{\Delta t}) \text{ mjerna jedinica}$$
$$t = (25 \pm 1,2) \text{ }^\circ\text{C}$$

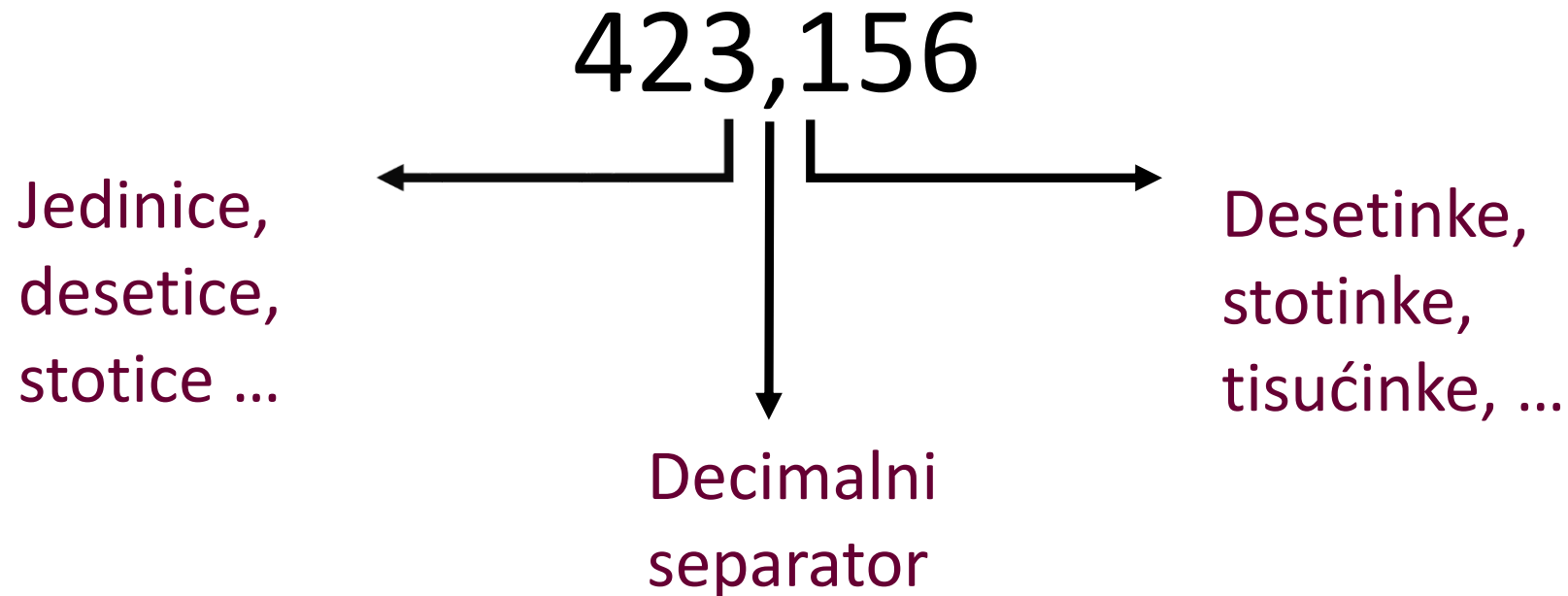
- Dobiveni rezultat valja još zaokružiti

$$t = (25 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$$

Zaokruživanje

- Zaokružujemo pogrešku na najveće dekadsko mjesto koje je različito od nule.

- Zaokružujemo pogrešku na najveće dekadsko mjesto koje je različito od nule.



Zaokruživanje

- Zaokružujemo pogrešku na najveće dekadsko mjesto koje je različito od nule.
- Postupkom zaokruživanja, pogreška ima samo jednu znamenku različitu od nule i to je ona znamenka koja stoji na najvećem dekadskom mjestu.

Zaokruživanje

- Zaokružujemo pogrešku na najveće dekadsko mjesto koje je različito od nule.
- Postupkom zaokruživanja, pogreška ima samo jednu znamenku različitu od nule i to je ona znamenka koja stoji na najvećem dekadskom mjestu.
- Potom srednju vrijednost mjerene veličine zaokružujemo na isto dekadsko mjesto na koje je zaokružena pogreška.

- Zaokružite:
 - $472,51 \text{ m}^3 \pm 0,171 \text{ m}^3 =$
 - $18,31 \text{ kg} \pm 1,51 \text{ kg} =$
 - $0,00241 \text{ N/m}^2 \pm 0,00013 \text{ N/m}^2 =$
 - $62 \text{ cm} \pm 0,76 \text{ cm} =$
 - $333 \text{ K} \pm 14 \text{ K} =$
 - $211 \cdot 10^{-5} \text{ km} \pm 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ km} =$

Praktične vježbe

- Literatura:
 - M. Balarin, D. Broz, Vježbe iz fizike, Zagreb, 1999
 - www.physics.mefos.hr
- Vježbe se rade ciklički

Praktične vježbe

- Strujni krug
- Analiza periodičnog napona
- Napetost površine
- Viskoznost tekućine
- Vlaga zraka

PRIPREMA VJEŽBE

- Na list papira napisati (ili isprintati uz provjeru znanja):
 1. Kratak plan eksperimentalnog rada
 2. Matematičke izraze za izračunavanje traženih veličina
 3. Precrtati sheme spojeva
 4. Precrtati tablice za unošenje mjerenih i izračunatih veličina
 5. Prepisati relacije po kojima računamo tražene veličine
 - Detaljniju teoriju za pripremu vježbi potražiti u udžbenicima za srednje škole
 - Za neke vježbe je potrebno napraviti ispravke u skripti
 - Sve ostale upute za vježbe studenti će dobiti na vježbama



PRIBOR

- Papir s pripremom
- Olovka
- Trokut ili ravnalo
- Kalkulator

OBVEZE

- Svi studenti su dužni napraviti sve vježbe
 - Za one studente koji iz nekog razloga propuste vježbu određen je termin nadoknade
- Na vježbe doći potpuno pripremljen i nastojati završiti vježbu u određenom terminu
- Prije početka vježbi studenti će biti prozvani
- Za vrijeme vježbi mogu komunicirati samo studenti koji rade istu vježbu
- Sa sobom ponijeti sav potreban pribor
- Mobiteli - isključeni
- Studenti trebaju biti pripravi za teorijsku provjeru znanja

OBVEZE

- Studenti trebaju biti pripravnici za teorijsku provjeru znanja:
 - Provodi se prije svake praktične vježbe
 - Sastoji se od 3 pitanja vezana za vježbu koju trebate taj dan izvesti
 - 3 točna odgovora → 1 ocjenski bod, student ostaje raditi vježbu
 - 2 točna odgovora → 0 ocjenskih bodova, student ostaje raditi vježbu
 - 1 ili 0 točnih odgovora → student napušta praktikum i vježbu odrađuje u terminu nadoknade
 - Studenti imaju 5 minuta za rješavanje, rade samostalno, bez pripreme i podsjetnika
 - Studenti tijekom provjere mogu koristiti kalkulator
 - **Telefon ne može služiti kao kalkulator**

OBVEZE

- Nakon odrađene vježbe napisati izvještaj
- Izvještaj mora sadržavati
 - Naslov vježbe, ime i prezime studenata koji su izveli vježbu
 - Opis vježbe (što se mjeri, pribor, postupak)
 - Izmjerene podatke
 - Račun pogreške
 - Konačan rezultat zaokružen i prikazan pomoću srednje vrijednosti i srednje apsolutne pogreške (obavezno mjerna jedinica!)
- Izvještaj donijeti isprintan na sljedeće vježbe ili poslati mailom na mail adresu fizika@fdmz.hr

Praktični ispit

- Održava se u praktikumu
- Studenti su raspoređeni po skupinama
- Traje 45 min
- Praktični ispit je obavezan
- Pri ulasku u praktikum studenti izvlače list sa zadatkom i odlaze na radno mjesto koje su izvukli
- Na ispit ponijeti sav propisani pribor

Praktične vježbe

- Strujni krug
- Analiza periodičnog napona
- Napetost površine
- Viskoznost tekućine
- Vlaga zraka

Praktične vježbe

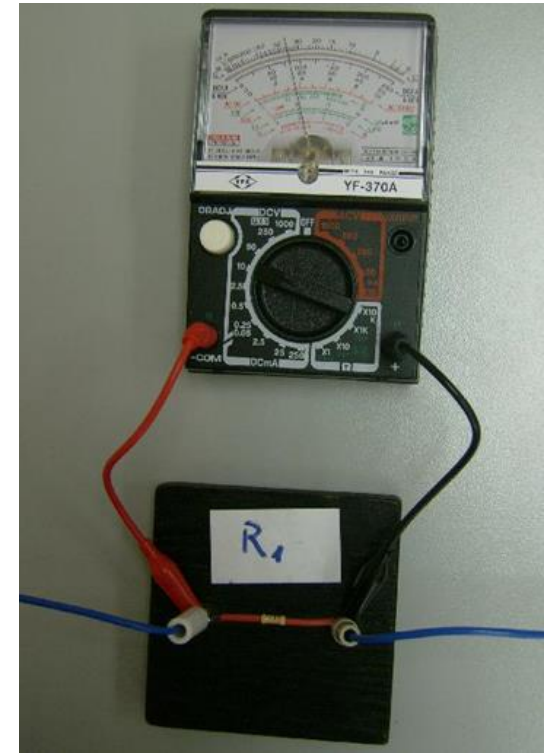
Strujni krug



Slika 1. Analogni multimetar



Slika 2. Serijski spoj

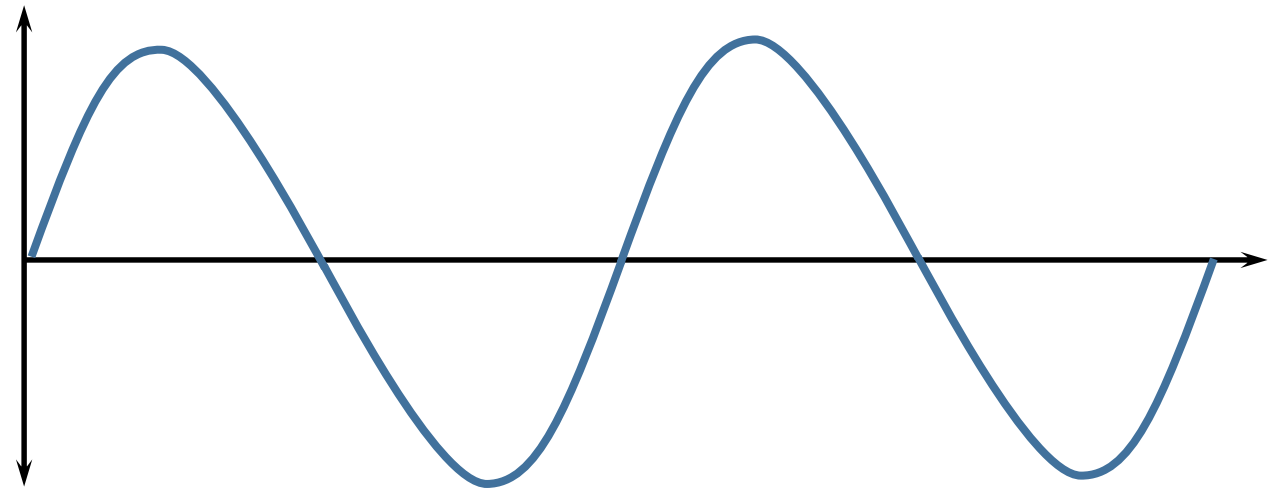


Slika 3. Paralelni spoj

- Ohmov zakon povezuje otpor R , napon U i jakost struje I

$$R = \frac{U}{I}$$

- Amplituda: najveći pomak iz ravnotežnog položaja
- Period: trajanje jednog titraja
- Period: udaljenost između dva susjedna brijega ili dva susjedna dola

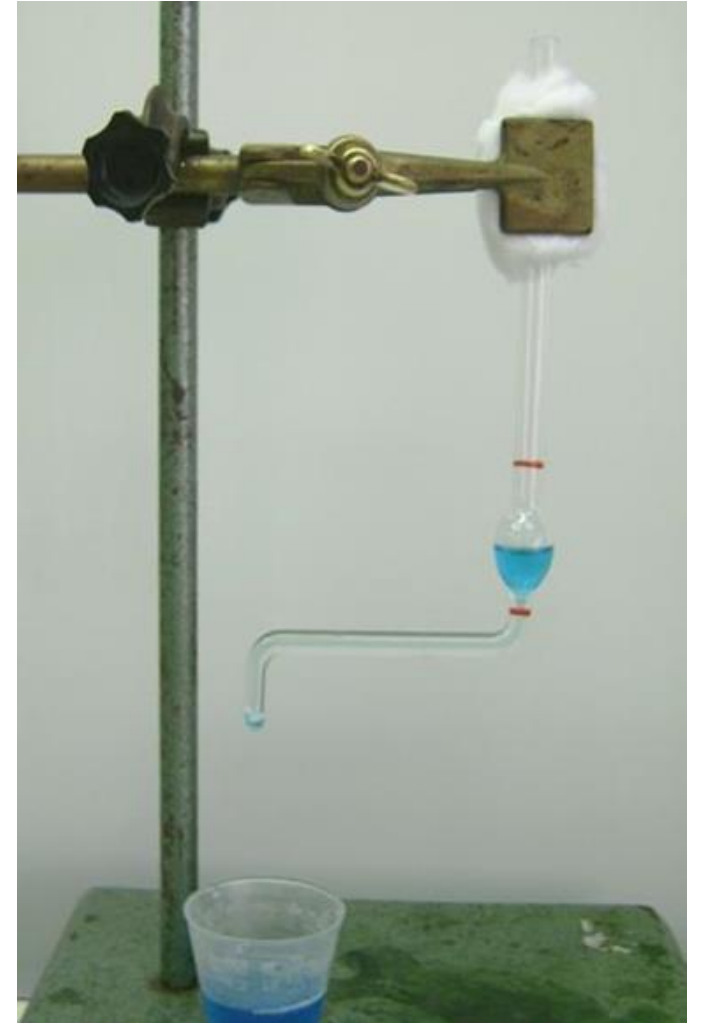


Slika 4. Periodična funkcija

- Napetost površine posljedica je kohezijskih sila među molekulama tekućine

$$\sigma_t = \sigma_v \frac{\rho_t n_v}{\rho_v n_t}$$

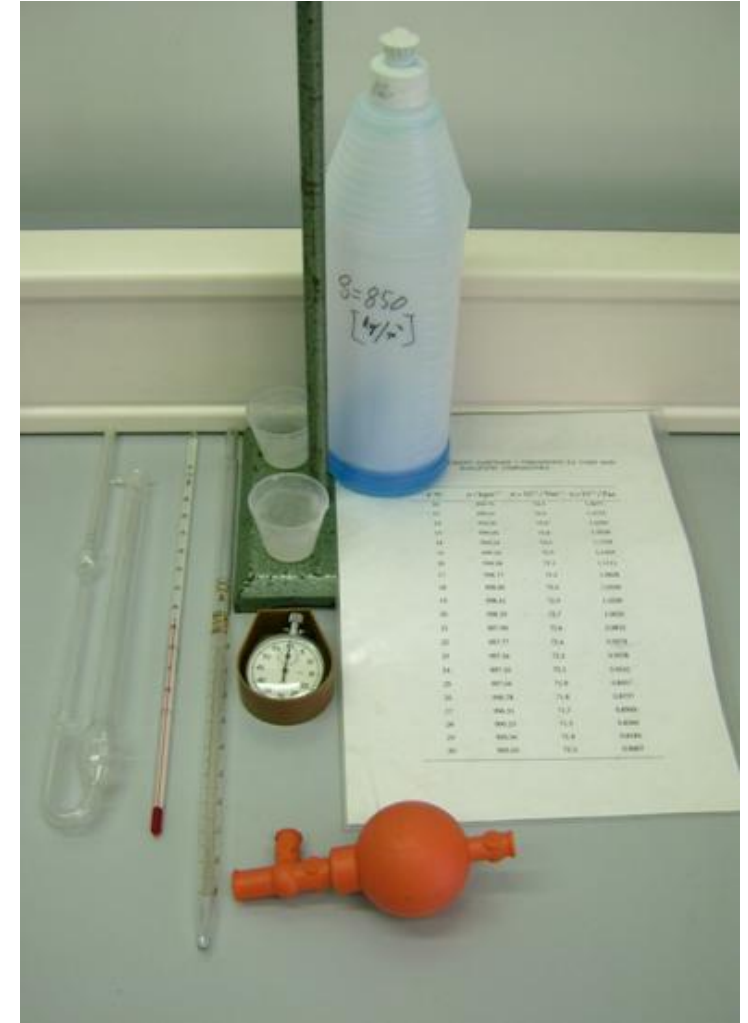
Slika 6. Stalagmometar



- Viskoznost je trenje između slojeva tekućine koja teče

$$\eta_t = \eta_v \frac{\rho_t t_t}{\rho_v t_v}$$

Slika 5. Pribor za određivanje viskoznosti tekućine



- Apsolutna vlaga zraka je masa vode u metru kubnom zraka

$$e = E_m - k(t_s - t_m), \quad k = 66,7 \frac{\text{Pa}}{\text{K}}$$

$$a = K \cdot \frac{e}{T}, \quad K = 2,17 \frac{\text{g} \cdot \text{K}}{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}$$

Slika 7. Psihrometar



Ivana Krpan, Medicinski fakultet Osijek, Fakultet za dentalnu
medicine i zdravstvo

Hvala na pozornosti!

**UVOD U IZVOĐENJE
PRAKTIČNIH
LABORATORIJSKIH VJEŽBI**