

**LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE**  
**Julski ispitni rok**

9.7.2015.

Popunjava student		Popunjava nastavnik					
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime	1	2	3	4	5	$\Sigma$
		6	7	8	9	10	

**Napomena:** Ispit traje 180 minuta. Prvih 60 minuta nije dozvoljen izlazak iz sale. Upotreba grafitne olovke, kalkulatora (koji nisu programibilni) i fakultetske vežbanke je dozvoljena.

Rešenja zadataka napisati **čitko** na unutrašnjoj strani dvolisnice. Rezultate upisati **čitko** u predviđena, označena polja. Broj poena koji nosi svako označeno polje dat je u uglastim zagradama.

Dežurnom nastavniku **predati samo dvolisnice sa zadacima**, a vežbanku poneti sa sobom.

1. Iskazati najbolju procenu tačne vrednosti mernih rezultata prikazanih u tabeli.

	Rezultat merenja $x$	Proširena kombinovana merna nesigurnost $U_c$	Broj značajnih cifara nesigurnosti $U_c$	Najbolja procena tačne vrednosti $(x \pm U_c)$ [ ]
[1]	25,374 mA	2,121 mA	1	$(25 \pm 3)$ mA
[1]	235,50 V	5,38 V	1	$(236 \pm 6)$ V
[1]	1364,68 mm	12,51 cm	1	$(1,4 \pm 0,2)$ m
[1]	57,62 kg	1,5 kg	1	$(58 \pm 2)$ kg
[1]	0,9561 k $\Omega$	90,572 $\Omega$	1	$(960 \pm 90)$ $\Omega$
[1]	$3,527 \cdot 10^6$ J	$2,758 \cdot 10^4$ J	1	$(3,53 \pm 0,03) \cdot 10^6$ J

2. Brojne vrednosti prikazane u tabeli u decimalnom zapisu izraziti u naučnoj notaciji na zadati broj  $n$  značajnih cifara.

	Decimalni zapis	Broj značajnih cifara $n$	Naučna notacija
[1]	0,34025	4	$3,402 \cdot 10^{-1}$
[1]	17036	2	$1,7 \cdot 10^4$
[1]	0,00673	1	$7 \cdot 10^3$
[1]	837	2	$8,4 \cdot 10^2$
[1]	5782,187	3	$5,78 \cdot 10^3$
[1]	27,00	3	$2,70 \cdot 10^1$

3. Brzina tela koje se kreće ravnomerno pravolinijski (bez početne brzine) određuje se na bazi merenja pređenog puta  $s$  i vremena  $t$  za koje telo pređe put  $s$ . Nesigurnost merenja pređenog puta je  $u_s$ , a nesigurnost merenja vremena je  $u_t$ . Izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja brzine  $u_v/v$ . Smatrati da su merenja pređenog puta i vremena međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana.

[1] $v = s/t$	[1] $\frac{\partial v}{\partial s} = 1/t$	[1] $\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{s}{t^2}$
[2] $u_v = v \sqrt{\left(\frac{u_s}{s}\right)^2 + \left(\frac{u_t}{t}\right)^2}$		[1] $u_v/v = \sqrt{\left(\frac{u_s}{s}\right)^2 + \left(\frac{u_t}{t}\right)^2}$

4. Posmatraju se funkcije gustine uniformne i trougaone raspodele,  $p_U(x)$  i  $p_T(x)$ , sa istom srednjom vrednošću  $\mu$  i istom poluširinom raspodele  $a$ . Koliku vrednost imaju funkcije  $p_U$  i  $p_T$  u tački  $x = \mu + a/2$ ? Koliku vrednost imaju koeficijenti proširenja  $k_U$  i  $k_T$  na nivou statističke sigurnosti od 100%? Kolika je verovatnoća da se  $x$  nalazi u intervalu  $[\mu \pm a]$  u slučaju uniformne raspodele ( $P_U$ ), a kolika je u slučaju trougaone raspodele ( $P_T$ )?

[1] $p_U(\mu+a/2) = 1/(2a)$	[1] $p_T(\mu+a/2) = 1/(2a)$	[1] $k_U = \sqrt{3}$	[1] $k_T = \sqrt{6}$	[1] $P_U (\%) = 100 \%$	[1] $P_T (\%) = 100 \%$
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------

5. Na uzorku od 25 mernih rezultata merenja mase instrumentom rezolucije 1 g izražena je najbolja procena tačne vrednosti mase koja iznosi  $(25 \pm 2)$  g. Za proširenu kombinovanu mernu nesigurnost usvojena je Gausova raspodela na intervalu statističke sigurnosti od 99,7%. Koliko iznose:

- a) standardna kombinovana merna nesigurnost  $u_C$ , standardna merna nesigurnost tip B  $u_B$  (za  $u_B$  usvojiti uniformnu raspodelu) i standardna merna nesigurnost tip A  $u_A$ ,  
b) standardno odstupanje srednje vrednosti  $s_{x_s}$ , standardno odstupanje uzorka  $s$  i srednja vrednost rezultata merenja  $x_s$ .

[1] $u_C = 2/3$ g	[1] $u_B = 0,5/\sqrt{3}$ g	[1] $u_A = 0,6$ g	[1] $s_{x_s} = 0,6$ g	[1] $s = 3$ g	[1] $x_s = 25$ g
----------------------	-------------------------------	----------------------	--------------------------	------------------	---------------------

6. Pri eksperimentu određivanja gustine supstance u zrnastom obliku pomoću piknometra izmereni su sledeći podaci: masa supstance u zrnastom obliku  $m_1=104,6$  g, ukupna masa piknometra napunjenog destilovanom vodom i supstance u zrnastom obliku  $m_2 = 129,7$  g i masa piknometra u koji je stavljena zrnasta supstanca i koji je potom napunjen vodom do vrha  $m_3 = 118,5$  g. Gustina vode je  $\rho_0 = 999,5$  kg/m<sup>3</sup>. Koliko iznosi gustina zrnaste supstance  $\rho_x$  zaokružena na dve decimale? Rezolucija elektronske vage je 0,1 g. Za mernu nesigurnost tip B elektronske vage  $u_m$  usvojiti uniformnu raspodelu. Sve nesigurnosti izmerenih masa su jednake i međusobno nekorelisane. Nesigurnost gustine vode se zanemaruje. Rezultat iskazati u obliku  $(\rho_x \pm U_C)$ . Za proširenu kombinovanu mernu nesigurnost usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti 99,7%. Proširenu mernu nesigurnost zaokružiti na jednu značajnu cifru.

[0,5] $\rho_x = \rho_0 \frac{m_1}{m_2 - m_3}$ (izraz)	[0,5] $\rho_x = 9334,62$ kg/m <sup>3</sup> (brojna vrednost)	[0,5] $u_m = 0,05/\sqrt{3}$ g (brojna vrednost)	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_1} = \rho_0 \frac{1}{m_2 - m_3}$	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_2} = -\rho_0 \frac{m_1}{(m_2 - m_3)^2}$	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_3} = \rho_0 \frac{m_1}{(m_2 - m_3)^2}$
[1,5] $u_{\rho B} = \frac{\rho_0 u_m}{m_2 - m_3} \sqrt{1 + 2 \left(\frac{m_1}{m_2 - m_3}\right)^2}$ (izraz)	[0,5] $u_{\rho B} = 34,12$ kg/m <sup>3</sup> (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho C} = 100$ kg/m <sup>3</sup> (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [ ] = (9300 \pm 100)$ kg/m <sup>3</sup>		

Popunjava student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

7. Žica početne dužine  $l = 385,00$  cm i prečnika  $d = 0,98$  mm opterećena je tegom mase  $m = 4$  kg. Izmereno apsolutno istezanje pri datom opterećenju iznosi 1,2 mm. Rezolucija instrumenta za merenje dužine žice i apsolutnog istezanja žice je 0,1 mm, a rezolucija instrumenta za merenje prečnika žice je 0,01 mm. Sve nesigurnosti izmerenih veličina su međusobno nekorelisane i za sve se usvaja uniformna raspodela. Izračunati modul elastičnosti žice i rezultat izraziti u obliku  $E_Y \pm U_{E_Y}$ . Za proširenu kombinovanu mernu nesigurnost usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti 95%. Proširenu mernu nesigurnost zaokružiti na jednu značajnu cifru. Gravitaciono ubrzanje zemljine teže je  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

[0,5] $E_Y = \frac{4mg}{\pi d^2} \cdot \frac{l}{\Delta l}$ (izraz)	[0,5] $E_Y = 1,67 \cdot 10^{11}$ N/m <sup>2</sup> (brojna vrednost u naučnoj notaciji na 2 decimale)	[3,5] $u_{E_Y} = E_Y \sqrt{\left(\frac{u_l}{l}\right)^2 + \left(\frac{u_l}{\Delta l}\right)^2 + \left(2\frac{u_d}{d}\right)^2}$ (izraz)	[0,5] $u_{E_Y} = 4,13 \cdot 10^9$ N/m <sup>2</sup> (brojna vrednost u naučnoj notaciji na 2 decimale)
		[0,5] $U_{E_Y} = 8 \cdot 10^9$ N/m <sup>2</sup> (zaokružena vrednost na jednu značajnu cifru)	[0,5] $(E_Y \pm U_{E_Y}) [ ] = (1,67 \pm 0,08) \cdot 10^{11}$ N/m <sup>2</sup>

8. Koeficijent pravca optimalne prave dobijen pri merenju gravitacionog ubrzanja pomoću matematičkog klatna iznosi  $a = 3,8591$  s<sup>2</sup>/m. Koliko iznosi izmerena vrednost gravitacionog ubrzanja  $g_M$ ? Rezultat zaokružiti na tri decimale. Ako je uslovno tačna vrednost gravitacionog ubrzanja za Beograd  $g_{BG} = 9,806$  m/s<sup>2</sup>, koliko iznosi relativna greška merenja  $\varepsilon_r$ . Brojnu vrednost relativne greške zaokružiti na 4 decimale, a njenu vrednost u procentima zaokružiti na jednu decimalu. Za  $\pi$  usvojiti brojnu vrednost 3,14.

[1,5] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1,5] $g_M = 10,220$ m/s <sup>2</sup> (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r = 0,0422$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 4,2$ % (zaokružena vrednost)
--	---	---	--	--

9. Koristeći metodu određivanja brzine zvuka pomoću Kundt-ove cevi, odrediti brzinu zvuka u metalnom štapu  $c_m$ , u vazduhu  $c_v$  (zaokružiti na celobrojne vrednosti) i Young-ov modul elastičnosti metala  $E_Y$  (zaokružiti na dve decimale u naučnoj notaciji), ako je štap načinjen od aluminijuma gustine  $\rho = 2,7 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. Podaci dobijeni merenjem: broj Kundt-ovih figura  $n = 10$ , frekvencija generatora  $\nu_g = 1200$  Hz, dužina metalnog štapa  $l_m = 0,95$  m, dužina vazdušnog stuba  $l_v = 0,75$  m. Ako je merenjem tačnijim instrumentom dobijena vrednost Young-ovog modula elastičnosti za aluminijum  $E_{YT} = 7,2 \cdot 10^{10}$  N/m<sup>2</sup> (tabelarna vrednost), odrediti relativnu grešku merenja (u procentima, zaokružiti na jednu decimalu).

[1] $c_m = 4\nu_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 4560$ m/s (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 360$ m/s (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 5,61 \cdot 10^{10}$ N/m <sup>2</sup> (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r (\%) = -22,2$ %	

10. Led mase 4 kg na temperaturi od  $-20^{\circ}\text{C}$  nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 1 kW. Proces zagrevanja se prati do trenutka kada se celokupna supstanca prevede u paru koja se zagreje do  $120^{\circ}\text{C}$ . Dijagram procesa zagrevanja i faznih prelaza prikazan je na slici. Odrediti:

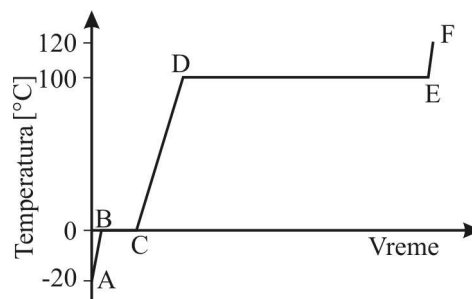
a) količinu toplote koju primi supstanca

u svakoj od sukcesivnih faza:  $Q_{AB}$ ,  $Q_{BC}$ ,  $Q_{CD}$ ,  $Q_{DE}$  i  $Q_{EF}$ ,

b) vreme trajanja čitavog procesa  $t_{AF}$ . Rezultat izraziti

u sekundama.

Specifične toplote su:  $2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$  za led,  $4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$  za vodu i  $2,1 \text{ kJ}/(\text{kgK})$  za vodenu paru. Toplota topljenja leda je  $336 \text{ kJ}/\text{kg}$ , a toplota isparavanja vode je  $2260 \text{ kJ}/\text{kg}$ .



[1] $Q_{AB} = 160 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{BC} = 1344 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{CD} = 1680 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{DE} = 9040 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{EF} = 168 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)
				[1] $t_{AF} = 12392 \text{ s}$ (brojna vrednost)