

**LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE**  
**Septembarski ispitni rok**

22.8.2016.

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**.

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]	384,316 V	26,372 V	1	$(380 \pm 30)$ V
[1]	1,451 A	73,35 mA	1	$(1,46 \pm 0,07)$ A
[1]	$2,247 \cdot 10^3$ kJ/kg	19,1 kJ/kg	1	$(2,25 \pm 0,02) \cdot 10^3$ kJ/kg
[1]	8,2650 m	8,81 cm	1	$(8,26 \pm 0,09)$ m
[1]	9,551 k $\Omega$	952 $\Omega$	1	$(10 \pm 1)$ k $\Omega$
[1]	4,483 kg	0,311 kg	1	$(4,5 \pm 0,3)$ kg

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]	24592	3	$2,46 \cdot 10^4$
[1]	0,0734	2	$7,3 \cdot 10^{-2}$
[1]	0,000062035	4	$6,024 \cdot 10^{-5}$
[1]	7850528	1	$8 \cdot 10^6$
[1]	-425,48	2	$-4,3 \cdot 10^2$
[1]	6700	3	$6,70 \cdot 10^3$

3. Normalni napon  $\sigma$  koji deluje na žicu kružnog poprečnog preseka određuje se na bazi merenja mase  $m$  kojom se žica opterećuje i prečnika žice  $d$ . Nesigurnost merenja mase je  $u_m$ , a nesigurnost merenja prečnika žice je  $u_d$ . Izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja normalnog napona  $u_\sigma/\sigma$ . Smatrati da su merenja mase i prečnika žice međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana. Gravitaciono ubrzanje  $g$  je konstanta.

[1]	$\sigma = \frac{4mg}{\pi d^2}$	[1]	$\frac{\partial \sigma}{\partial m} = \frac{4g}{\pi d^2}$	[1]	$\frac{\partial \sigma}{\partial d} = -\frac{8mg}{\pi d^3}$
[2]	$u_\sigma = \frac{4mg}{\pi d^2} \sqrt{\left(\frac{u_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{2u_d}{d}\right)^2}$		[1]	$u_\sigma/\sigma = \sqrt{\left(\frac{u_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{2u_d}{d}\right)^2}$	

4. Pri merenju otpornosti instrumentom rezolucije  $1 \Omega$  dobijen je uzorak prikazan u tabeli.

Redni broj merenja $n$	1	2	3	4	5
Otpornost $R [\Omega]$	52	48	49	51	50

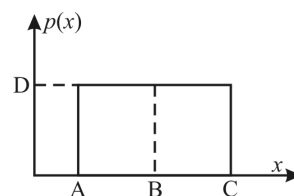
Izračunati:

- srednju vrednost uzorka  $x_s$  i standardno odstupanje uzorka  $s$ ,
- standardnu mernu nesigurnost tip A  $u_A$  i standardnu mernu nesigurnost tip B  $u_B$  (usvojiti uniformnu raspodelu),
- standardnu kombinovanu mernu nesigurnost  $u_C$  i
- proširenu mernu nesigurnost  $U_C$  (usvojiti Gausovu raspodelu na 99,7% intervalu statističke sigurnosti).  
Proširenu mernu nesigurnost  $U_C$  zaokružiti na jednu značajnu cifru.
- Iskazati najbolju procenu tačne vrednosti ( $x_s \pm U_C$ ).

[0,5]	[0,5]	[0,5]	[0,5]	[1]	[1,5]
$x_s = 50 \Omega$	$s = \sqrt{\frac{5}{2}} \Omega$	$u_A = \sqrt{\frac{1}{2}} \Omega$	$u_B = \frac{0,5}{\sqrt{3}} \Omega$	$u_C = \sqrt{\frac{7}{12}} \Omega$	$U_C = 3 \Omega$
			[1,5]	$(x_s \pm U_C) [ ] = (50 \pm 3) \Omega$	

5. Pri merenju mase elektronskom vagom rezolucije  $0,1 \text{ kg}$  izmerena je vrednost od  $59,3 \text{ kg}$ . Ako se za mernu nesigurnost instrumenta usvoji uniformna raspodela, odrediti:

- brojne vrednosti u tačkama A, B, C i D na prikazanom grafiku,
- standardnu mernu nesigurnost  $u_B$  i proširenu mernu nesigurnost  $U_B$  elektronske vage,
- najbolju procenu tačne vrednosti izmerene vrednosti mase ( $x \pm U$ ),
- verovatnoću  $P$  da se izmerena vrednost nalazi u intervalu od  $59,26 \text{ kg}$  do  $59,29 \text{ kg}$ .



[0,5]	[0,5]	[0,5]	[0,5]	[0,5]	[0,5]
A = 59,25 kg	B = 59,3 kg	C = 59,35 kg	D = 10 kg <sup>-1</sup>	$u_B = \frac{0,05}{\sqrt{3}} \text{ kg}$	$U_B = 0,05 \text{ kg}$
[1,5]	[1,5]				
$(x \pm U) = (59,30 \pm 0,05) \text{ kg}$		$P (\%) = 30\%$			

Popunjava student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine nepoznate tečnosti izmereni su sledeći podaci: masa praznog piknometra 28,2 g, masa piknometra sa destilovanom vodom 76,4 g i masa piknometra sa nepoznatom tečnošću 70,1 g. Gustina vode je  $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Koliko iznosi gustina nepoznate tečnosti  $\rho_x$  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 95%. Proširenu mernu nesigurnost zaokružiti na jednu značajnu cifru.

[0,5] $\rho_x = \rho_0 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$ (izraz)	[0,5] $\rho_x = 869,29 \text{ kg/m}^3$ (brojna vrednost)	[0,5] $u_m = \frac{0,05}{\sqrt{3}} \text{ g}$ (brojna vrednost)	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_1} = \rho_0 \frac{m_3 - m_2}{(m_2 - m_1)^2}$	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_2} = -\rho_0 \frac{m_3 - m_1}{(m_2 - m_1)^2}$	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_3} = \frac{\rho_0}{m_2 - m_1}$
[1,5] $u_{\rho B} = \frac{\rho_0 u_m}{m_2 - m_1} \sqrt{1 + \left(\frac{m_3 - m_2}{m_2 - m_1}\right)^2 + \left(\frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}\right)^2}$ (izraz)	[0,5] $u_{\rho B} = 0,797 \text{ kg/m}^3$ (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho C} = 2 \text{ kg/m}^3$ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [ ] = (869 \pm 2) \text{ kg/m}^3$		

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi  $T = 0,59 \text{ s}$ . Vrednost najmanjeg podeoka na hronometru kojim je meren period oscilovanja je 0,01 s (za nesigurnost hronometra usvaja se uniformna raspodela). Torziona konstanta žice je  $c = 0,032 \text{ Nm}$  i  $u_c = 0,002 \text{ Nm}$ . Odrediti moment inercije tela. Za proširenu mernu nesigurnost  $U_I$  usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti 99,7%. Mernu nesigurnost  $U_I$  zaokružiti na jednu značajnu cifru. Rezultat napisati u obliku  $(I \pm U_I)$ .

[1] $I = \frac{cT^2}{4\pi^2}$ (izraz)	[0,5] $\frac{\partial I}{\partial c} = \frac{T^2}{4\pi^2}$	[0,5] $\frac{\partial I}{\partial T} = \frac{2cT}{4\pi^2}$	[1] $u_I = I \sqrt{\left(\frac{u_c}{c}\right)^2 + \left(2\frac{u_T}{T}\right)^2}$ (izraz)	[1,5] $U_I = 0,6 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$ (zaokružena vrednost)
[1,5] $(I \pm U_I) [ ] = (2,8 \pm 0,6) \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$				

8. Pri merenju gravitacionog ubrzanja pomoću matematičkog klatna izmeren je period oscilovanja  $T$  za 10 različitih dužina klatna  $l$ . Jedan par rezultata merenja je (57 cm, 1,44 s). Odstupanje te tačke od optimalne prave je  $\varepsilon_m$  i iznosi  $-0,05 \text{ s}^2$ .

a) Izračunati koeficijent pravca optimalne prave  $a$  (rezultat zaokružiti na dve decimale).

b) Koliko iznosi izmerena vrednost gravitacionog ubrzanja  $g_M$  (za  $\pi=3,14$ )? Rezultat zaokružiti na dve decimale.

c) Ako je uslovno tačna vrednost gravitacionog ubrzanja za Beograd  $g_{BG} = 9,81 \text{ m/s}^2$ , koliko iznosi relativna greška merenja  $\varepsilon_r$ . Relativnu grešku izraziti u procentima i zaokružiti na jednu decimalu.

[1] $a = 3,73 \text{ s}^2/\text{m}$ (brojna vrednost)	[1] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1] $g_M = 10,57 \text{ m/s}^2$ (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r = 0,07747$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 7,7\%$ (zaokružena vrednost)
---	--	---	---	---	--

9. Voda mase  $m_1 = 20 \text{ g}$  na temperaturi  $t_1 = 30^\circ\text{C}$  primi količinu toplote  $Q$  koja je dovoljna da vodu dovede do ključanja i zatim do potpunog isparavanja, pri normalnom atmosferskom pritisku. Ako bi se ista količina toplote dovela komadu nekog metala mase  $m_2 = 400 \text{ g}$  specifične toplote  $c_m = 0,45 \text{ kJ}/(\text{kg K})$ , sa početnom temperaturom  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ , metal bi se zagrejao do krajnje temperature od  $t_3$  (metal pri tome ostaje u čvrstom stanju). Imajući u vidu brojne podatke za vodu  $c = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$  i  $q = 2260 \text{ kJ}/\text{kg}$  izračunati krajnju temperaturu metala  $t_3$ . Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

[1] $Q = m_1 c \Delta T + m_1 q$ (izraz)	[1] $Q = 51,052 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[4] $t_3 = 334^\circ\text{C}$ (zaokružena vrednost)
--	---	---

10. Led mase  $1,8 \text{ kg}$  na temperaturi od  $-20^\circ\text{C}$  nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od  $0,6 \text{ kW}$ . 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

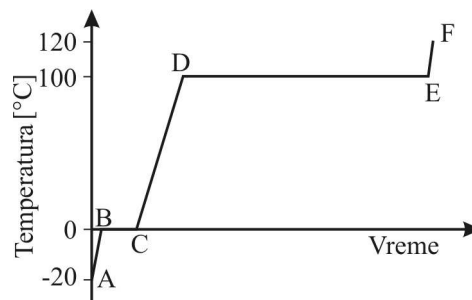
u svakoj od sukcesivnih faza:  $Q_{AB}$ ,  $Q_{BC}$ ,  $Q_{CD}$ ,  $Q_{DE}$  i  $Q_{EF}$ ,

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

u sekundama i zaokružiti na celobrojnu vrednost.

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

a toplota isparavanja vode je  $2260 \text{ kJ}/\text{kg}$ .



[1] $Q_{AB} = 72 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{BC} = 604,8 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{CD} = 756 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{DE} = 4068 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{EF} = 75,6 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)
				[1] $t_{AF} = 9294 \text{ s}$ (brojna vrednost)