

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Junski ispitni rok

6.6.2016.

Popunjava student		Popunjava nastavnik					
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime	1	2	3	4	5	Σ
		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]	48,252 mA	3,175 mA	1	(48 ± 4) mA
[1]	112,458 V	9,49 V	1	(110 ± 10) V
[1]	1248,52 Hz	93,576 Hz	1	(1250 ± 90) Hz
[1]	61,82 kg	1,52 kg	1	(62 ± 2) kg
[1]	9264 k Ω	902 k Ω	1	$(9,3 \pm 0,9)$ M Ω
[1]	$4,525 \cdot 10^6$ J	$2,054 \cdot 10^4$ J	1	$(4,52 \pm 0,02) \cdot 10^6$ 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]	34015	4	$3,402 \cdot 10^4$
[1]	0,77036	2	$7,7 \cdot 10^{-1}$
[1]	0,006325	1	$6 \cdot 10^{-3}$
[1]	8055	2	$8,1 \cdot 10^3$
[1]	5702,188	3	$5,70 \cdot 10^3$
[1]	54,00	3	$5,40 \cdot 10^1$

3. Modulo elastičnosti žice (E_Y) određuje se na bazi merenja dužine žice (l), apsolutnog istežanja žice (Δl) i prečnika žice (d). Nesigurnosti merenja dužine žice, apsolutnog istežanja žice i prečnika žice su jednake i imaju vrednost u_l . Polazeći od izraza za modulo elastičnosti žice, izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja modula elastičnosti žice uz pretpostavku da je sila F kojom se isteže žica konstantna. Smatrati da su merenja dužine žice, apsolutnog istežanja žice i prečnika žice međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana.

[0,5] $E_Y = \frac{4F}{d^2\pi} \cdot \frac{l}{\Delta l}$	[1] $\frac{\partial E_Y}{\partial l} = \frac{4F}{d^2\pi} \cdot \frac{1}{\Delta l}$	[1] $\frac{\partial E_Y}{\partial(\Delta l)} = -\frac{4F}{d^2\pi} \cdot \frac{l}{(\Delta l)^2}$	[1] $\frac{\partial E_Y}{\partial d} = -\frac{8F}{d^3\pi} \cdot \frac{l}{\Delta l}$
[2] $u_{E_Y} = \frac{4F}{d^2\pi} \cdot \frac{l}{\Delta l} \cdot u_l \sqrt{\left(\frac{1}{l}\right)^2 + \left(\frac{1}{\Delta l}\right)^2 + \left(\frac{2}{d}\right)^2}$		[0,5] $\frac{u_{E_Y}}{E_Y} = u_l \sqrt{\left(\frac{1}{l}\right)^2 + \left(\frac{1}{\Delta l}\right)^2 + \left(\frac{2}{d}\right)^2}$	

4. Posmatraju se funkcije gustine uniformne i trougaone raspodele, $p_U(x)$ i $p_T(x)$, sa istom srednjom vrednošću μ i istom poluširinom raspodele a . Koliku vrednost imaju funkcije p_U i p_T u tački $x = \mu - a$? 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 $[\mu \pm a/2]$ u slučaju uniformne raspodele (P_U), a kolika je u slučaju trougaone raspodele (P_T)?

[1] $p_U(\mu - a) = 1/(2a)$	[1] $p_T(\mu - a) = 0$	[1] $k_U = \sqrt{3}$	[1] $k_T = \sqrt{6}$	[1] $P_U (\%) = 50 \%$	[1] $P_T (\%) = 75 \%$
--------------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	---------------------------

5. Na uzorku od 100 mernih rezultata merenja mase instrumentom rezolucije 1 g izražena je najbolja procena tačne vrednosti mase koja iznosi $(10,8 \pm 1,2)$ g. Za proširenu kombinovanu mernu nesigurnost usvojena je Gausova raspodela na intervalu statističke sigurnosti od 99,7%. Koliko iznose:

- 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 (zaokružiti na dve decimale),
- standardno odstupanje srednje vrednosti s_{x_s} , standardno odstupanje uzorka s i srednja vrednost rezultata merenja x_s .

[1] $u_C = 0,4$ g	[1] $u_B = 0,5/\sqrt{3}$ g	[1] $u_A = 0,28$ g	[1] $s_{x_s} = 0,28$ g	[1] $s = 2,8$ g	[1] $x_s = 10,8$ g
----------------------	-------------------------------	-----------------------	---------------------------	--------------------	-----------------------

6. Pri eksperimentu određivanja gustine supstance u zrnastom obliku pomoću piknometra izmereni su sledeći podaci: masa supstance u zrnastom obliku $m_1=103,7$ g, ukupna masa piknometra napunjenog destilovanom vodom i supstance u zrnastom obliku $m_2 = 128,4$ g i masa piknometra u koji je stavljena zrnasta supstanca i koji je potom napunjen vodom do vrha $m_3 = 117,3$ g. Gustina vode je $\rho_0 = 1000$ kg/m³. Koliko iznosi gustina zrnaste supstance ρ_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] $\rho_x = 9342,34$ kg/m ³ (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] $u_{\rho_B} = 34,46$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho_C} = 100$ kg/m ³ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho_C}) [] = (9300 \pm 100)$ kg/m ³		

Popunjiva student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi $T = 0,61$ s. Vrednost najmanjeg podeoka na hronometru kojim je meren period oscilovanja je 0,01 s (za nesigurnost hronometra u_T usvaja se uniformna raspodela). Torziona konstanta žice je $c = 0,032$ Nm i $u_c = 0,002$ Nm. Za proširenu mernu nesigurnost U_I usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti 95%. 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] $U_I = 0,4 \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$ (zaokružena vrednost)
			[1,5] $(I \pm U_I) [] = (3,0 \pm 0,4) \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$	

8. Koeficijent pravca optimalne prave dobijen pri merenju gravitacionog ubrzanja pomoću matematičkog klatna iznosi $a = 3,9125 \text{ s}^2/\text{m}$. Koliko iznosi izmerena vrednost gravitacionog ubrzanja g_M ? Rezultat zaokružiti na tri decimale. Ako je uslovno tačna vrednost gravitacionog ubrzanja za Beograd $g_{BG} = 9,806 \text{ m/s}^2$, koliko iznosi relativna greška merenja ε_r . Brojnu vrednost relativne greške zaokružiti na 4 decimale, a njenu vrednost u procentima zaokružiti na jednu decimalu. Za π usvojiti brojnu vrednost 3,14.

[1,5] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1,5] $g_M = 10,080 \text{ m/s}^2$ (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r = 0,0279$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 2,8\%$ (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 $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Podaci dobijeni merenjem: broj Kundt-ovih figura $n = 11$, frekvencija generatora $\nu_g = 1250$ Hz, dužina metalnog štapa $l_m = 1$ m, dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,95$ m. Ako je merenjem tačnijim instrumentom dobijena vrednost Young-ovog modula elastičnosti za aluminijum $E_{YT} = 6,9 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ (tabelarna vrednost), odrediti relativnu grešku merenja (u procentima, zaokružiti na jednu decimalu).

[1] $c_m = 4\nu_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 5000 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 432 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 6,75 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r (\%) = -2,2\%$	

10. Led mase 3 kg na temperaturi od -20°C nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 2 kW. Proces zagrevanja se prati do trenutka kada se celokupna supstanca prevede u paru koja se zagreje do 120°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} ,

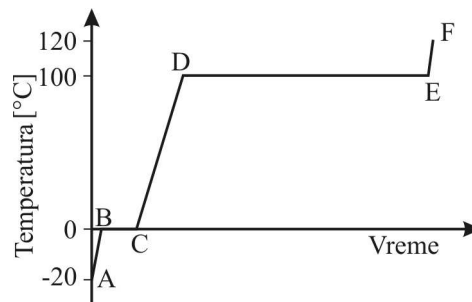
b) vreme trajanja čitavog procesa t_{AF} . Rezultat izraziti

u sekundama i zaokružiti na celobrojnu vrednost.

Specifične toplote su: 2 kJ/(kgK) za led, 4,2 kJ/(kgK) za vodu

i 2,1 kJ/(kgK) za vodenu paru. Toplota topljenja leda je 336 kJ/kg,

a toplota isparavanja vode je 2260 kJ/kg.



[1] $Q_{AB} = 120 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{BC} = 1008 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{CD} = 1260 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{DE} = 6780 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[1] $Q_{EF} = 126 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)
				[1] $t_{AF} = 4647 \text{ s}$ (brojna vrednost)