

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Oktobarski ispitni rok

12.9.2018.

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]	223,1 V	9,485 V	1	(220 ± 10) V
[1]	3,451 kg	175 g	1	$(3,5 \pm 0,2)$ kg
[1]	53,27 cm	24,34 mm	1	(53 ± 3) cm
[1]	$2,659 \cdot 10^3$ kg/m ³	350 kg/m ³	1	$(2,7 \pm 0,4) \cdot 10^3$ kg/m ³
[1]	485,55 kJ	759 J	1	$(485,6 \pm 0,8)$ kJ
[1]	9,734 A	958 mA	1	(10 ± 1) A

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]	3476,26	4	$3,476 \cdot 10^3$
[1]	19055	2	$1,9 \cdot 10^4$
[1]	0,0562	1	$6 \cdot 10^{-2}$
[1]	752	2	$7,5 \cdot 10^2$
[1]	89753,45	3	$8,98 \cdot 10^4$
[1]	0,75	3	$7,50 \cdot 10^{-1}$

3. Modulo elastičnosti žice (E_Y) određuje se na bazi merenja dužine žice (l), apsolutnog istezanja žice (Δl) i prečnika žice (d). Nesigurnosti merenja dužine žice, apsolutnog istezanja 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 istezanja 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. Pri merenju otpornosti instrumentom rezolucije $0,2 \Omega$ dobijen je uzorak prikazan u tabeli.

Redni broj merenja n	1	2	3	4	5
Otpornost $R [\Omega]$	10,4	9,8	10,0	9,6	10,2

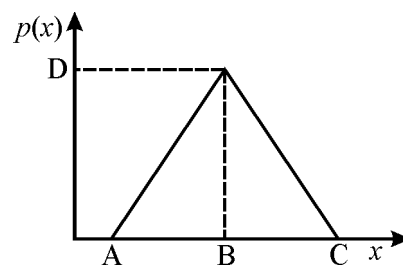
Izračunati:

- 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] $x_s = 10 \Omega$	[0,5] $s = \frac{1}{\sqrt{10}} \Omega$	[0,5] $u_A = \frac{1}{5\sqrt{2}} \Omega$	[0,5] $u_B = \frac{0,1}{\sqrt{3}} \Omega$	[1] $u_C = \frac{\sqrt{7}}{10\sqrt{3}} \Omega$	[1,5] $U_C = 0,5 \Omega$
				[1,5] $(x_s \pm U_C) [] = (10,0 \pm 0,5) \Omega$	

5. Pri merenju napona digitalnim voltmetrom rezolucije $0,1 \text{ V}$ izmerena je vrednost od $11,8 \text{ V}$. Ako se za mernu nesigurnost instrumenta usvoji trougaona 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 digitalnog voltmetra,
- najbolju procenu tačne vrednosti izmerene vrednosti napona ($x \pm U$),
- verovatnoću P da se izmerena vrednost nalazi u intervalu od $11,75 \text{ V}$ do $11,8 \text{ V}$.



[0,5] $A = 11,75 \text{ V}$	[0,5] $B = 11,8 \text{ V}$	[0,5] $C = 11,85 \text{ V}$	[1] $D = 20 \text{ V}^{-1}$	[0,5] $u_B = \frac{0,05}{\sqrt{6}} \text{ V}$	[1] $U_B = 0,05 \text{ V}$
[1] $(x \pm U) = (11,80 \pm 0,05) \text{ V}$		[1] $P (\%) = 50\%$			

Popunjava student

Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine nepoznate tečnosti izmereni su sledeći podaci: masa praznog piknometra $m_1=31,4$ g, masa piknometra sa destilovanom vodom $m_2=80,3$ g i masa piknometra sa nepoznatom tečnošću $m_3=71,8$ g. Gustina vode je $\rho_0 = 1000 \text{ kg/m}^3$. Koliko iznosi gustina nepoznate tečnosti ρ_x zaokružena na jednu decimalu? 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] $\rho_x = 826,2 \text{ kg/m}^3$ (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] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_3} = \frac{\rho_0}{m_2 - m_1}$
[0,5] $u_m = \frac{0,05}{\sqrt{3}} \text{ g}$ (brojna vrednost)	[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] $u_{\rho B} = 0,77 \text{ kg/m}^3$ (brojna vrednost)
		[0,5] $U_{\rho C} = 2 \text{ kg}$ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [] = (826 \pm 2) \text{ kg/m}^3$	

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi $T = 0,58$ 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 $c = 0,032 \text{ Nm}$ i $u_c = 0,002 \text{ Nm}$. 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] $(I \pm U_I) [] = (2,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-4} \text{ kgm}^2$	

8. Pri merenju gravitacionog ubrzanja pomoću matematičkog klatna izmeren je period oscilovanja T za više različitih dužina klatna l . Koeficijent pravca optimalne prave dobijen na osnovu eksperimentalnog postupka iznosi $a = 3,9184 \text{ s}^2/\text{m}$.

- a) Koliko iznosi izmerena vrednost gravitacionog ubrzanja g_M (za $\pi=3,14$)? Rezultat zaokružiti na tri decimale.
b) Ako je uslovno tačna vrednost gravitacionog ubrzanja za Beograd $g_{BG} = 9,806 \text{ m/s}^2$, koliko iznosi relativna greška merenja ε_r . Relativnu grešku izraziti u procentima i zaokružiti na jednu decimalu.
c) Ako je jedan par rezultata merenja (65 cm, 1,73 s), da li se tom paru odgovarajuća tačka A nalazi iznad ili ispod optimalne prave?

[1,5] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1] $g_M = 10,065 \text{ m/s}^2$ (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 2,6\%$ (zaokružena vrednost)	[1,5] A: Iznad
--	--	---	--	-------------------

9. Koristeći metodu određivanja brzine zvuka pomoću Kuntove ove cevi, odrediti brzinu zvuka u metalnom štapu c_m , u vazduhu c_v (zaokružiti na celobrojne vrednosti) i moduo elastičnosti metala E_Y (zaokružiti na jednu decimalu u naučnoj notaciji), ako je štap načinjen od aluminijuma gustine $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Podaci dobijeni merenjem su: broj Kuntovih figura $n = 11$, frekvencija generatora $\nu_g = 1,25 \text{ kHz}$, dužina metalnog štapa $l_m = 0,95 \text{ m}$ i dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,75 \text{ m}$. Ako je merenjem tačnijim instrumentom dobijena vrednost 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] $c_m = 4750 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 341 \text{ m/s}^2$ (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 6,1 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r (\%) = -11,6\%$	

10. a) Voda mase 0,4 kg na temperaturi od 20°C nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 850 W. Proces zagrevanja se prati do trenutka kada se celokupna supstanca prevede u paru. Odrediti količinu toplote Q_1 koja se utroši u ovom procesu, kao i vreme trajanja čitavog procesa t_1 . Rezultat izraziti u minutima i zaokružiti na celobrojnu vrednost.

b) U posudi se nalazi 0,5 kg leda i komad gvožđa mase 300 g na temperaturi od -5°C. Kolika treba da bude početna temperatura vode t_v mase 3 kg, pa da posle njenog dosipanja u posudu temperatura smeše bude 15°C. Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

Specifične toplote su: 2 kJ/(kgK) za led, 4,2 kJ/(kgK) za vodu i 0,48 kJ/(kgK) za gvožđe.

Toplota topljenja leda je 336 kJ/kg, a toplota isparavanja vode je 2260 kJ/kg.

[1] $Q_1 = mc\Delta T + mq$ (izraz)	[0,5] $Q_1 = 1038,4 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[0,5] $t_1 = 20 \text{ min}$	[4] $t_v = 31^\circ\text{C}$
---	---	---------------------------------	---------------------------------