

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Septembarski ispitni rok

21.8.2017.

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 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]	11,54 V	0,48 V	1	$(11,5 \pm 0,5)$ V
[1]	75,532 g	347 mg	2	$(75,53 \pm 0,35)$ g
[1]	1,234 m	43,21 mm	1	$(1,23 \pm 0,05)$ m
[1]	$2,85 \cdot 10^3$ kg/m ³	339 kg/m ³	1	$(2,8 \pm 0,4) \cdot 10^3$ kg/m ³
[1]	2660,55 kJ	217,32 kJ	2	(2660 ± 220) kJ
[1]	0,4895 A	52,6 mA	2	(490 ± 53) mA

2. Za brojne vrednosti prikazane u tabeli u decimalnom zapisu odrediti broj značajnih cifara, a zatim brojne vrednosti izraziti u naučnoj notaciji na zadati broj m značajnih cifara.

	Decimalni zapis	Broj značajnih cifara n	Broj značajnih cifara m	Naučna notacija
[1]	40056	5	1	$4 \cdot 10^4$
[1]	0,5051	4	2	$5,1 \cdot 10^{-1}$
[1]	0,00721	3	2	$7,2 \cdot 10^{-3}$
[1]	522,5	4	3	$5,22 \cdot 10^2$
[1]	27856	5	3	$2,79 \cdot 10^4$
[1]	0,0003207	4	1	$3 \cdot 10^{-4}$

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.

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

4. Pri merenju mase instrumentom rezolucije 0,1 g dobijena srednja vrednost uzorka iznosi 50,27 g. Odstupanja pojedinačnih rezultata od srednje vrednosti uzorka prikazana su u tabeli.

Redni broj merenja i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odstupanje a_i [g]	0,1	0,4	-0,4	0,2	-0,2	-0,5	0,5	-0,7	-0,1	?

Izračunati:

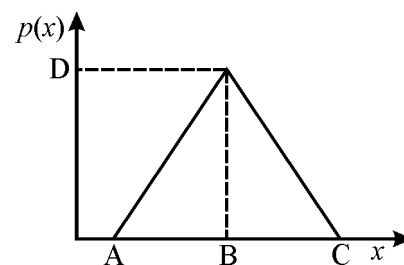
- deseto po redu odstupanje a_{10} , standardno odstupanje uzorka s i standardno odstupanje srednje vrednosti s_{xs} ,
- standardnu mernu nesigurnost tip A u_A i standardnu mernu nesigurnost tip B u_B (usvojiti uniformnu raspodelu),
- standardnu kombinovanu mernu nesigurnost u_C i proširenu mernu nesigurnost U_C (usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti od 99,7%). Proširenu mernu nesigurnost U_C zaokružiti na jednu značajnu cifru. Iskazati najbolju procenu tačne vrednosti ($x_s \pm U_C$).

Sve međurezultate (s , s_{xs} , u_A , u_B i u_C) zaokružiti na tri decimale.

$a_{10} = 0,7$ g	$s = 0,459$ g	$s_{xs} = 0,145$ g	$u_A = 0,145$ g	$u_B = 0,029$ g	$u_C = 0,148$ g
		$U_C = 0,5$ g	$(x_s \pm U_C) [] = (50,3 \pm 0,5)$ g		

5. Pri merenju napona digitalnim voltmetrom rezolucije 0,2 V izmerena je vrednost od 12,4 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 12,35 V do 12,45 V.



$A = 12,3$ V	$B = 12,4 \pm$	$C = 12,5 \pm$	$D = 10$ V ⁻¹	$u_B = \frac{0,1}{\sqrt{6}}$ V	$U_B = 0,1$ V
$(x \pm U) = (12,4 \pm 0,1)$ V		$P (\%) = 75$ %			

Popunjava student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine nepoznate tečnosti izmereni su sledeći podaci: masa praznog piknometra $m_1 = 27,4$ g, masa piknometra sa destilovanom vodom $m_2 = 78,8$ g i masa piknometra sa nepoznatom tečnošću $m_3 = 68,9$ g. Gustina vode je $\rho_0 = 1000$ kg/m³. Koliko iznosi gustina nepoznate tečnosti 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 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] $\rho_x = 807,39$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $u_m = \frac{0,05}{\sqrt{3}}$ 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] $u_{\rho B} = 0,73$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho C} = 2$ kg/m ³ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [] = (807 \pm 2)$ kg/m ³		

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi $T = 0,68$ 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 $c = 0,032$ Nm i $u_c = 0,002$ 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] $U_I = 7 \cdot 10^{-5}$ kgm ² (zaokružena vrednost)
[1,5] $(I \pm U_I) [] = (3,7 \pm 0,7) \cdot 10^{-4}$ 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 $a = 3,9258$ s²/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 $g_{BG} = 9,806$ m/s², koliko iznosi relativna greška merenja ε_r . Relativnu grešku izraziti u procentima i zaokružiti na jednu decimalu.
c) Ako je jedan par rezultata merenja (63 cm, 1,65 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] $g_M = 10,046$ m/s ² (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] ε_r [%] = 2,4% (zaokružena vrednost)	[1,5] A: Iznad
--	---	---	--	-------------------

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 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: broj *Kundt*-ovih figura $n = 10$, frekvencija generatora $\nu_g = 1250 \text{ Hz}$, dužina metalnog štapa $l_m = 0,95 \text{ m}$, dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,90 \text{ m}$. 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] $c_m = 4750 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 450 \text{ m/s}$ (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] $\epsilon_r (\%) = -11,6\%$	

10. Led mase 3 kg na temperaturi od -20°C nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 1,2 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:

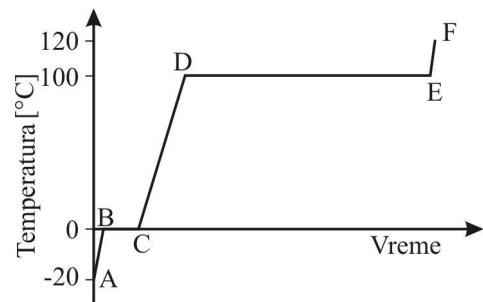
a) količinu toplote koju primi supstanca

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] $t_{AF} = 7745 \text{ s}$ (brojna vrednost)