

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Julski ispitni rok

23.6.2017.

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]	10,72 V	0,33 V	1	$(10,7 \pm 0,4)$ V
[1]	85,524 g	378 mg	2	$(85,52 \pm 0,38)$ g
[1]	2,212 m	42,21 mm	1	$(2,21 \pm 0,05)$ m
[1]	$3,95 \cdot 10^3$ kg/m ³	448 kg/m ³	1	$(4,0 \pm 0,5) \cdot 10^3$ kg/m ³
[1]	2185,55 kJ	187,36 kJ	2	(2190 ± 190) kJ
[1]	0,4778 A	39,8 mA	2	$(0,478 \pm 0,040)$ A

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]	64005	5	1	$6 \cdot 10^4$
[1]	0,5551	4	2	$5,6 \cdot 10^{-1}$
[1]	0,00865	3	2	$8,6 \cdot 10^{-3}$
[1]	222,5	4	3	$2,22 \cdot 10^2$
[1]	345426	6	3	$3,45 \cdot 10^5$
[1]	0,0004502	4	1	$5 \cdot 10^{-4}$

3. Gustina tela (ρ) oblika pravog valjka određuje se na bazi merenja mase (m), prečnika osnove (d) i visine valjka (H). Nesigurnost merenja mase je u_m , nesigurnost merenja prečnika osnove je u_d , a nesigurnost merenja visine valjka je u_H . Izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja gustine u_ρ/ρ . Smatrati da su merenja mase, prečnika osnove i visine valjka međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana.

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

4. Pri merenju otpornosti instrumentom rezolucije 1Ω dobijen je uzorak prikazan u tabeli.

Redni broj merenja n	1	2	3	4	5
Otpornost $R [\Omega]$	201	199	198	202	200

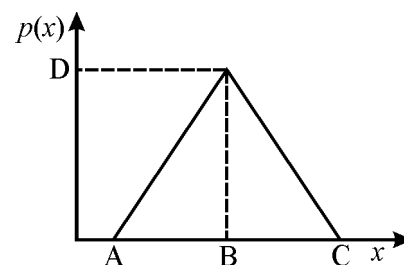
Izračunati:

- 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] $x_s = 200 \Omega$	[0,5] $s = \sqrt{\frac{5}{2}} \Omega$	[0,5] $u_A = \sqrt{\frac{1}{2}} \Omega$	[0,5] $u_B = \frac{1}{2\sqrt{3}} \Omega$	[1] $u_C = \sqrt{\frac{7}{12}} \Omega$	[1,5] $U_C = 3 \Omega$
					[1,5] $(x_s \pm U_C) [] = (200 \pm 3) \Omega$

5. Pri merenju napona digitalnim voltmetrom rezolucije $0,2 \text{ V}$ izmerena je vrednost od $6,2 \text{ V}$. 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 $6,15 \text{ V}$ do $6,25 \text{ V}$.



[0,5] $A = 6,1 \text{ V}$	[0,5] $B = 6,2 \text{ V}$	[0,5] $C = 6,3 \text{ V}$	[1] $D = 10 \text{ V}^{-1}$	[0,5] $u_B = \frac{0,1}{\sqrt{6}} \text{ V}$	[1] $U_B = 0,1 \text{ V}$
[1] $(x \pm U) = (6,2 \pm 0,1) \text{ V}$		[1] $P (\%) = 75\%$			

Popunjavanje student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine nepoznate tečnosti izmereni su sledeći podaci: masa praznog piknometra $m_1 = 28,7$ g, masa piknometra sa destilovanom vodom $m_2 = 80,2$ g i masa piknometra sa nepoznatom tečnošću $m_3 = 71,1$ 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] $\rho_x = 823,30$ 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] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [] = (823 \pm 2)$ kg/m ³		

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi $T = 0,63$ 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] $U_I = 0,6 \cdot 10^{-4}$ kgm ² (zaokružena vrednost)
[1,5] $(I \pm U_I) [] = (3,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$ kgm ²				

8. 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/m³. Podaci dobijeni merenjem: broj Kundt-ovih figura $n = 10$, frekvencija generatora $\nu_g = 1240$ Hz, dužina metalnog štapa $l_m = 0,95$ m, dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,85$ m. Ako je merenjem tačnijim instrumentom dobijena vrednost Young-ovog modula elastičnosti za aluminijum $E_{YT} = 6,9 \cdot 10^{10}$ N/m² (tabelarna vrednost), odrediti relativnu grešku merenja (u procentima, zaokružiti na jednu decimalu).

[1] $c_m = 4\nu_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 4712$ m/s (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 422$ m/s (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 5,99 \cdot 10^{10}$ N/m ² (brojna vrednost)	[1] $\epsilon_r (\%) = -13,2\%$	

9. Voda mase $m_1 = 30$ g na temperaturi $t_1 = 35^\circ\text{C}$ 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 $m_2 = 300$ g specifične toplote $c_m = 0,45$ kJ/(kg K), sa početnom temperaturom $t_2 = 40^\circ\text{C}$, metal bi se zagrejao do krajnje temperature od t_3 (metal pri tome ostaje u čvrstom stanju). Imajući u vidu brojne podatke za vodu $c = 4,18$ kJ/(kgK) i $q = 2260$ kJ/kg izračunati krajnju temperaturu metala t_3 . Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

[1] $Q = m_1 c \Delta T + m_1 q$ (izraz)	[1] $Q = 75,951$ kJ (brojna vrednost)	[4] $t_3 = 603^\circ\text{C}$ (zaokružena vrednost)
--	---	---

10. Led mase 2 kg na temperaturi od -20°C nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 0,8 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:

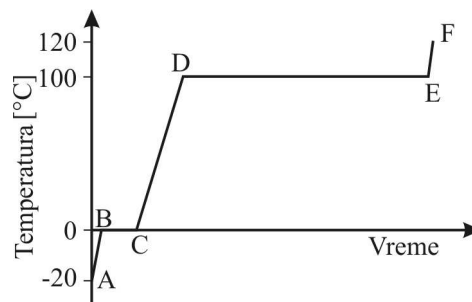
a) količinu toplote koju primi supstanca

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] $Q_{AB} = 80$ kJ (brojna vrednost)	[1] $Q_{BC} = 672$ kJ (brojna vrednost)	[1] $Q_{CD} = 840$ kJ (brojna vrednost)	[1] $Q_{DE} = 4520$ kJ (brojna vrednost)	[1] $Q_{EF} = 84$ kJ (brojna vrednost)
				[1] $t_{AF} = 7745$ s (brojna vrednost)