

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Septembarski ispitni rok

11.9.2015.

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**, a vežbanku poneti sa sobom.

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]	45,378 mA	2,721 mA	1	(45 ± 3) mA
[1]	248,50 V	5,38 V	1	(248 ± 6) V
[1]	7,15 m	22,51 cm	1	$(7,2 \pm 0,3)$ m
[1]	657,62 kg	36,5 kg	1	(660 ± 40) kg
[1]	4,575 k Ω	427 Ω	1	$(4,6 \pm 0,5)$ k Ω
[1]	$3,527 \cdot 10^6$ J	$2,758 \cdot 10^4$ J	1	$(3,53 \pm 0,03) \cdot 10^6$ 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]	4325,92	4	$4,326 \cdot 10^3$
[1]	18055	2	$1,8 \cdot 10^4$
[1]	0,0571	1	$6 \cdot 10^{-2}$
[1]	952	2	$9,5 \cdot 10^2$
[1]	89753,22	3	$8,98 \cdot 10^4$
[1]	0,12	3	$1,20 \cdot 10^{-1}$

3. Gustina tela (ρ) oblika kvadra određuje se na bazi merenja mase tela (m) i dimenzija tela (x , y i z). Nesigurnost merenja mase je u_m , a nesigurnosti merenja svih dimenzija tela su u_d . Izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja gustine tela u_{ρ}/ρ . Smatrati da su merenja mase i dimenzija tela međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana.

[1] $\rho = \frac{m}{xyz}$	[0,5] $\frac{\partial \rho}{\partial m} = \frac{1}{xyz}$	[0,5] $\frac{\partial \rho}{\partial x} = -\frac{m}{x^2 yz}$	[0,5] $\frac{\partial \rho}{\partial y} = -\frac{m}{xy^2 z}$	[0,5] $\frac{\partial \rho}{\partial z} = -\frac{m}{xyz^2}$
[1,5] $u_{\rho} = \frac{m}{xyz} \sqrt{\left(\frac{u_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{y^2} + \frac{1}{z^2}\right) u_d^2}$		[1,5] $u_{\rho}/\rho = \sqrt{\left(\frac{u_m}{m}\right)^2 + \left(\frac{1}{x^2} + \frac{1}{y^2} + \frac{1}{z^2}\right) u_d^2}$		

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

Redni broj merenja n	1	2	3	4	5
Otpornost $R [\Omega]$	102	98	99	101	100

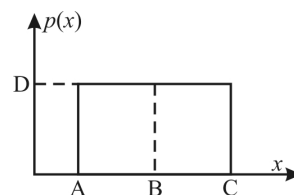
Izračunati:

- 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 95% 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] $x_s = 100 \Omega$	[0,5] $s = \sqrt{\frac{5}{2}} \Omega$	[0,5] $u_A = \frac{1}{\sqrt{2}} \Omega$	[0,5] $u_B = \frac{1}{2\sqrt{3}} \Omega$	[1] $u_C = \sqrt{\frac{7}{12}} \Omega$	[1,5] $U_C = 2 \Omega$
				[1,5] $(x_s \pm U_C) [] = (100 \pm 2) \Omega$	

5. Pri merenju mase elektronskom vagom rezolucije 1 kg izmerena je vrednost od 93 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 $92,7 \text{ kg}$ do $93,3 \text{ kg}$.



[0,5] $A = 92,5 \text{ kg}$	[0,5] $B = 93 \text{ kg}$	[0,5] $C = 93,5 \text{ kg}$	[0,5] $D = 1 \text{ kg}^{-1}$	[0,5] $u_B = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ kg}$	[0,5] $U_B = 0,5 \text{ kg}$
[1,5] $(x \pm U) = (93,0 \pm 0,5) \text{ kg}$		[1,5] $P (\%) = 60 \%$			

Popunjava student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine nepoznate tečnosti izmereni su sledeći podaci: masa praznog piknometra $m_1 = 29,4$ g, masa piknometra sa destilovanom vodom $m_2 = 81,3$ g i masa piknometra sa nepoznatom tečnošću $m_3 = 70,5$ g. Gustina vode je $\rho_0 = 999,5$ 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.

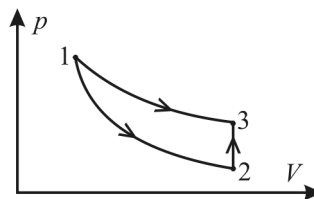
[0,5] $\rho_x = \rho_0 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$ (izraz)	[0,5] $\rho_x = 791,51$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $u_m = \frac{0,05}{\sqrt{3}}$ g (brojna vrednost)	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_1} = \rho_0 \frac{m_3 - m_2}{(m_2 - m_1)^2}$	[0,5] $\frac{\partial \rho_x}{\partial m_2} = -\rho_0 \frac{m_3 - m_1}{(m_2 - m_1)^2}$	[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] $u_{\rho B} = 0,72$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho C} = 2$ kg/m ³ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [] = (792 \pm 2)$ kg/m ³		

7. Metodom određivanja momenta inercije tela pomoću torzionog klatna, izmerena vrednost perioda oscilovanja klatna iznosi $T = 0,62$ 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 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] $u_I = I \cdot \sqrt{\left(\frac{u_c}{c}\right)^2 + \left(2\frac{u_T}{T}\right)^2}$ (izraz)	[1,5] $U_I = 0,4 \cdot 10^{-4}$ kgm ² (zaokružena vrednost)
[1,5] $(I \pm U_I) [] = (3,1 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$ kgm ²				

8. Koristeći metodu *Clement-Desormes*-a za određivanje odnosa specifičnih toplota c_p/c_v za vazduh, dobijeni su rezultati prikazani u tabeli.

Redni broj merenja	h_1 [mm Hg]	h_2 [mm Hg]
1	100	24
2	85	21
3	80	22
4	62	14
5	51	11



- Izračunati odnos c_p/c_v za vazduh. Rezultat zaokružiti na dve decimale.
- Ako se usvoji da je vazduh dvoatomni gas, odrediti teorijsku vrednost odnosa $\kappa = c_p/c_v$.
- Odrediti relativnu grešku merenja u odnosu na teorijski izračunatu vrednost (u procentima, zaokružiti na jednu decimalu).

d) Kojim procesima odgovaraju krive 1 – 2, 2 – 3 i 1 – 3 na prikazanom $p - V$ dijagramu.

e) Koliko iznosi brzina zvuka c u vazduhu za izmerenu vrednost odnosa c_p/c_v na pritisku od 752 mmHg. Gustina vazduha je $1,25 \text{ kg/m}^3$, gustina žive je 13600 kg/m^3 i gravitaciono ubrzanje $9,81 \text{ m/s}^2$. Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

[1] $c_p/c_v = 1,32$	[1] $\kappa = 1,4$	[1] $\varepsilon_r (\%) = -5,7\%$	[1,5] 1 – 2: Adijabatski 2 – 3: Izohorski 1 – 3: Izotermni	[1,5] $c = 325 \text{ m/s}$
-------------------------	-----------------------	--------------------------------------	---	--------------------------------

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 $n = 10$, frekvencija generatora $\nu_g = 1200 \text{ Hz}$, dužina metalnog štapa $l_m = 0,95 \text{ m}$, dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,75 \text{ m}$. Ako je merenjem tačnijim instrumentom dobijena vrednost *Young*-ovog modula elastičnosti za aluminijum $E_{YT} = 7,2 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ (tabelarna vrednost), odrediti relativnu grešku merenja (u procentima, zaokružiti na jednu decimalu).

[1] $c_m = 4\nu_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 4560 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 360 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 5,61 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ (brojna vrednost)	[1] $\varepsilon_r (\%) = -22,2 \%$	

10. a) Napisati izraz za količinu toplote Q_1 koju apsorbuje ili predaje čvrsto telo ili tečnost mase m u opsegu temperature ΔT u kome ne dolazi do faznog prelaza. Specifična toplota tela je c .

b) Napisati izraz za količinu toplote Q_2 koja se utroši na isparavanje tečnosti mase m . Toplota isparavanja je q .

c) U posudi se nalazi 0,6 kg leda i komad gvožđa mase 250 g na temperaturi od -5°C . Kolika treba da bude početna temperatura vode t_v mase 3,5 kg, pa da posle njenog dosipanja u posudu temperatura smeše bude 15°C . Specifične toplote su: 2 kJ/(kgK) za led, $4,2 \text{ kJ/(kgK)}$ za vodu i $0,48 \text{ kJ/(kgK)}$ za gvožđe. Toplota topljenja leda je 336 kJ/kg . Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

[0,5] $Q_1 = mc\Delta T$	[0,5] $Q_2 = mq$	[5] $t_v = 32^\circ\text{C}$
-----------------------------	---------------------	---------------------------------