

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Avgustovski ispitni rok

21.8.2019.

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]	384,316 V	26,372 V	1	(380 ± 30) V
[1]	1,451 A	73,35 mA	1	$(1,45 \pm 0,07)$ A
[1]	$2,247 \cdot 10^3$ kJ/kg	19,1 kJ/kg	1	$(2,25 \pm 0,02) \cdot 10^3$ kJ/kg
[1]	8,2650 m	8,81 cm	1	$(8,26 \pm 0,09)$ m
[1]	9,551 k Ω	952 Ω	1	(10 ± 1) k Ω
[1]	4,483 kg	0,311 kg	1	$(4,5 \pm 0,3)$ kg

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]	87005	5	1	$9 \cdot 10^4$
[1]	0,2502	4	2	$2,5 \cdot 10^{-1}$
[1]	0,00745	3	2	$7,4 \cdot 10^{-3}$
[1]	220,5	4	3	$2,20 \cdot 10^2$
[1]	642227	6	3	$6,42 \cdot 10^5$
[1]	0,0005504	4	1	$6 \cdot 10^{-4}$

3. Normalni napon σ koji deluje na žicu kružnog poprečnog preseka određuje se na bazi merenja mase m kojom se žica opterećuje i prečnika žice d . Nesigurnost merenja mase je u_m , a nesigurnost merenja prečnika žice je u_d . Izvesti izraz za relativnu standardnu kombinovanu mernu nesigurnost merenja normalnog napona u_σ/σ . Smatrati da su merenja mase i prečnika žice međusobno nekorelisane veličine i da merenja nisu ponavljana. Gravitaciono ubrzanje g je konstanta.

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

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

Redni broj merenja n	1	2	3	4	5
Otpornost $R [\Omega]$	52	48	49	51	50

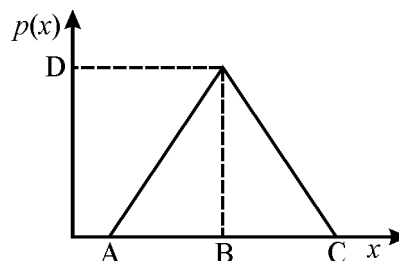
Izračunati:

- 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]	[0,5]	[0,5]	[0,5]	[1]	[1,5]
$x_s = 50 \Omega$	$s = \sqrt{\frac{5}{2}} \Omega$	$u_A = \sqrt{\frac{1}{2}} \Omega$	$u_B = \frac{0,5}{\sqrt{3}} \Omega$	$u_C = \sqrt{\frac{7}{12}} \Omega$	$U_C = 3 \Omega$
			[1,5]	$(x_s \pm U_C) [] = (50 \pm 3) \Omega$	

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

Popunjava student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. Pri eksperimentu određivanja gustine supstance u zrnastom obliku pomoću piknometra izmereni su sledeći podaci: masa supstance u zrnastom obliku $m_1=101,2$ g, ukupna masa piknometra napunjenog destilovanom vodom i supstance u zrnastom obliku $m_2 = 132,1$ g i masa piknometra u koji je stavljena zrnasta supstanca i koji je potom napunjen vodom do vrha $m_3 = 119,8$ g. Gustina vode je $\rho_0 = 1000$ kg/m³. Koliko iznosi gustina zrnaste supstance ρ_x zaokružena na celobrojnu vrednost? Rezolucija elektronske vage je 0,1 g. Za mernu nesigurnost 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] $\rho_x = \rho_0 \frac{m_1}{m_2 - m_3}$ (izraz)	[0,5] $\rho_x = 8228$ 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] $u_{\rho B} = 27,4$ kg/m ³ (brojna vrednost)	[0,5] $U_{\rho C} = 60$ kg/m ³ (zaokružena vrednost)	[0,5] $(\rho_x \pm U_{\rho C}) [] = (8230 \pm 60)$ kg/m ³

7. 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 $a = 3,9184$ 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 (65 cm, 1,73 s), da li se tom paru odgovarajuća tačka A nalazi iznad ili ispod optimalne prave?

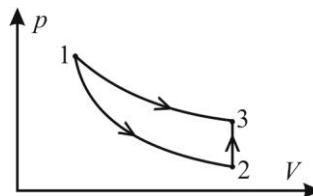
[1,5] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1] $g_M = 10,065$ m/s ² (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 2,6\%$ (zaokružena vrednost)	[1,5] A: Iznad
--	---	---	--	-------------------

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 jednu decimalu 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 $\nu_g = 1250$ Hz, dužina metalnog štapa $l_m = 0,95$ m, dužina vazdušnog stuba $l_v = 0,90$ 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] $c_m = 4v_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 4750 \text{ m/s}$ (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4v_g l_v}{n}$ (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] $\varepsilon_r (\%) = -11,6\%$	

9. 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	92	27
2	84	22
3	87	25
4	74	18
5	79	21



- 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).
- Kojim procesima odgovaraju krive 1 – 2, 2 – 3 i 1 – 3 na prikazanom $p - V$ dijagramu.
- Koliko iznosi brzina zvuka c u vazduhu za izmerenu vrednost odnosa c_p/c_v na pritisku od 755 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] $c_p/c_v = 1,37$	[0,5] $\kappa = 1,4$	[1] $\varepsilon_r (\%) = -2,1\%$	[1,5] 1 – 2: Адијабатски процес 2 – 3: Изохорски процес 1 – 3: Изотермни процес	[2] $c = 332 \text{ m/s}$
-------------------------	-------------------------	--------------------------------------	--	------------------------------

10. a) Voda mase 0,3 kg na temperaturi od 5°C nalazi se u posudi koja se zagreva grejačem konstantne snage od 800 W. Proces zagrevanja se prati do trenutka kada se polovina supstance 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 -15°C . Kolika treba da bude početna temperatura vode t_v mase 2 kg, pa da posle njenog dosipanja u posudu temperatura smeše bude 25°C . Rezultat zaokružiti na celobrojnu vrednost.

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 , a toplota isparavanja vode je 2260 kJ/kg .

[1] $Q_1 = mc\Delta T + mq/2$ (izraz)	[0,5] $Q_1 = 458,7 \text{ kJ}$ (brojna vrednost)	[0,5] $t_1 = 10 \text{ min}$	[4] $t_v = 54^\circ\text{C}$
---	--	---------------------------------	---------------------------------