

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Februarski ispitni rok

5.2.2017.

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]	11,81 V	0,24 V	1	$(11,8 \pm 0,3)$ V
[1]	75,538 g	276 mg	2	$(75,54 \pm 0,28)$ g
[1]	3,314 m	44,31 mm	1	$(3,31 \pm 0,05)$ m
[1]	$2,75 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	421 kg/m^3	1	$(2,8 \pm 0,4) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
[1]	2261,55 kJ	167,31 kJ	2	(2260 ± 170) kJ
[1]	0,3788 A	29,6 mA	2	(379 ± 30) 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]	78005	5	1	$8 \cdot 10^4$
[1]	0,5202	4	2	$5,2 \cdot 10^{-1}$
[1]	0,00475	3	2	$4,8 \cdot 10^{-3}$
[1]	110,5	4	3	$1,10 \cdot 10^2$
[1]	624427	6	3	$6,24 \cdot 10^5$
[1]	0,0005302	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 mase instrumentom rezolucije 0,1 g dobijena srednja vrednost uzorka iznosi 100,35 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]	0,3	0,2	-0,4	0,1	-0,3	-0,5	0,6	-0,7	0,4	?

Izračunati:

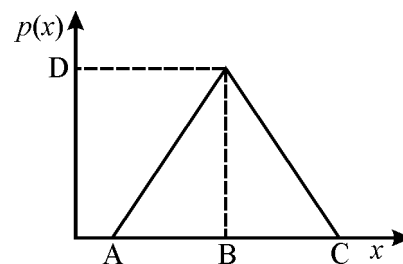
- deseto po redu odstupanje a_{10} , standardno odstupanje uzorka s i standardno odstupanje srednje vrednosti s_{xs} ,
- standardnu mernu nesigurnost tip A u_A i standardnu mernu nesigurnost tip B u_B (usvojiti uniformnu raspodelu),
- standardnu kombinovanu mernu nesigurnost u_C i proširenu mernu nesigurnost 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.

[1] $a_{10} = 0,3 \text{ g}$	[1] $s = 0,440 \text{ g}$	[0,5] $s_{xs} = 0,139 \text{ g}$	[0,5] $u_A = 0,139 \text{ g}$	[0,5] $u_B = 0,029 \text{ g}$	[0,5] $u_C = 0,142 \text{ g}$
		[1] $U_C = 0,5 \text{ g}$	[1] $(x_s \pm U_C) [\text{g}] = (100,4 \pm 0,5) \text{ g}$		

5. Pri merenju napona digitalnim voltmetrom rezolucije 0,2 V izmerena je vrednost od 5,8 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 5,75 V do 5,85 V.



[0,5] $A = 5,7 \text{ V}$	[0,5] $B = 5,8 \text{ V}$	[0,5] $C = 5,9 \text{ V}$	[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] $(x \pm U) = (5,8 \pm 0,1) \text{ V}$		[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. Žica početne dužine $l = 381,00$ cm i prečnika $d = 0,98$ mm opterećena je tegom mase $m = 4$ kg. Izmereno apsolutno istezanje pri datom opterećenju iznosi 1,02 mm. Rezolucija instrumenta za merenje dužine žice i apsolutnog istezanja žice je 0,02 mm, a rezolucija instrumenta za merenje prečnika žice je 0,01 mm. Sve nesigurnosti izmerenih veličina (u_l i u_d) su međusobno nekorelisane i za sve se usvaja uniformna raspodela. Izračunati modul elastičnosti žice (za $\pi = 3,14$) i rezultat izraziti u obliku $E_Y \pm U_{E_Y}$. Za proširenu kombinovanu mernu nesigurnost usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti 99,7%. Proširenu mernu nesigurnost zaokružiti na jednu značajnu cifru. Gravitaciono ubrzanje zemljine teže je $g = 9,81$ m/s².

[0,5] $E_Y = \frac{4mg}{\pi d^2} \cdot \frac{l}{\Delta l}$ (izraz)	[0,5] $E_Y = 1,94 \cdot 10^{11}$ N/m ² (brojna vrednost u naučnoj notaciji na 2 decimale)	[2,5] $u_{E_Y} = E_Y \sqrt{\left(\frac{u_l}{l} \right)^2 + \left(\frac{u_d}{\Delta l} \right)^2 + \left(2 \frac{u_d}{d} \right)^2}$ (izraz)	[0,5] $u_{E_Y} = 1,6 \cdot 10^9$ N/m ² (brojna vrednost u naučnoj notaciji na 1 decimalu)
		[0,5] $U_{E_Y} = 5 \cdot 10^9$ N/m ² (zaokružena vrednost na jednu značajnu cifru)	[0,5] $(E_Y \pm U_{E_Y}) [] = (1,94 \pm 0,05) \cdot 10^{11}$ N/m ²

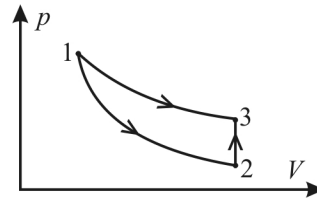
8. Pri merenju gravitacionog ubrzanja pomoću matematičkog klatna izmeren je period oscilovanja T za više različitih dužina klatna l . Koeficijent pravca optimalne prave dobijen na osnovu eksperimentalnog postupka iznosi $a = 4,027$ s²/m.

- 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 dve decimale.
c) Ako je jedan par rezultata merenja (63 cm, 1,78 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] $g_M = 9,793$ m/s ² (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r [\%] = -0,13\%$ (zaokružena vrednost)	[1,5] A: Iznad optimalne prave
--	--	---	--	-----------------------------------

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] $\epsilon_r (\%) = -2,1\%$	[1,5] 1 – 2: Адијабатски процес 2 – 3: Изохорски процес 1 – 3: Изотермни процес	[2] $c = 332 \text{ m/s}$
-------------------------	-------------------------	-----------------------------------	--	------------------------------

10. a) Voda mase $0,3 \text{ kg}$ 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 $0,5 \text{ kg}$ 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] $t_v = 54^\circ\text{C}$
---	--	---------------------------------	---------------------------------