

LABORATORIJSKE VEŽBE IZ FIZIKE
Septembarski ispitni rok

11.9.2019.

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 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]	111,27 V	9,48 V	1	(110 ± 10) V
[1]	5,483 g	377 mg	1	$(5,5 \pm 0,4)$ g
[1]	0,345 m	24,41 mm	1	$(3,4 \pm 0,3)$ dm
[1]	$2,75 \cdot 10^3$ kg/m ³	321 kg/m ³	1	$(2,8 \pm 0,4) \cdot 10^3$ kg/m ³
[1]	2242,50 kJ	167,31 kJ	2	(2240 ± 170) kJ
[1]	21,388 A	229,6 mA	1	$(21,4 \pm 0,3)$ 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]	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. 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 300,15 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:

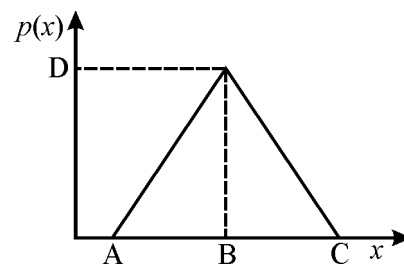
- deseto po redu odstupanje a_{10} , standardno odstupanje uzorka s i standardno odstupanje srednje vrednosti s_{xs} ,
- standardnu mernu nesigurnost tip A u_A i standardnu mernu nesigurnost tip B u_B (usvojiti uniformnu raspodelu),
- standardnu kombinovanu mernu nesigurnost u_C i proširenu mernu nesigurnost U_C (usvojiti Gausovu raspodelu na intervalu statističke sigurnosti od 95%). 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] $a_{10} = 0,3$ g	[1] $s = 0,440$ g	[0,5] $s_{xs} = 0,139$ g	[0,5] $u_A = 0,139$ g	[0,5] $u_B = 0,029$ g	[0,5] $u_C = 0,142$ g
		[1] $U_C = 0,3$ g	[1] $(x_s \pm U_C) [] = (300,2 \pm 0,3)$ g		

5. Pri merenju napona digitalnim voltmetrom rezolucije 0,2 V izmerena je vrednost od 12,8 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 12,75 V do 12,9 V.



[0,5] A = 12,7 V	[0,5] B = 12,8 V	[0,5] C = 12,9 V	[1] D = 10 V ⁻¹	[0,5] $u_B = \frac{0,1}{\sqrt{6}}$ V	[1] $U_B = 0,1$ V
[1] $(x \pm U) = (12,8 \pm 0,1)$ V		[1] P (%) = 87,5%			

Popunjiva student	
Br. indeksa godina/broj	Prezime i ime

6. 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 $(E \pm U)$. 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] $u_{E_Y} = E_Y \sqrt{\left(\frac{u_l}{l}\right)^2 + \left(\frac{u_l}{\Delta l}\right)^2 + \left(2\frac{u_d}{d}\right)^2}$ (izraz)	[1] $u_{E_Y} = 1,6 \cdot 10^9$ 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)	[1] $(E_Y \pm U_{E_Y}) [] = (1,94 \pm 0,05) \cdot 10^{11}$ N/m ²

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 $a = 4,015$ 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?

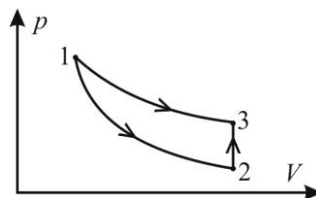
[1,5] $g_M = \frac{4\pi^2}{a}$ (izraz)	[1] $g_M = 9,823$ m/s ² (zaokružena vrednost)	[1] $\varepsilon_r = \frac{g_M - g_{BG}}{g_{BG}}$ (izraz)	[1] $\varepsilon_r [\%] = 0,17\%$ (zaokružena vrednost)	[1,5] A: Iznad optimalne prave.
--	--	---	---	------------------------------------

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] $c_m = 4\nu_g l_m$ (izraz)	[0,5] $c_m = 4750$ m/s (brojna vrednost)	[1] $c_v = \frac{4\nu_g l_v}{n}$ (izraz)	[0,5] $c_v = 450$ m/s (brojna vrednost)
[1] $E_Y = c_m^2 \cdot \rho$ (izraz)	[1] $E_Y = 6,1 \cdot 10^{10}$ 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] $\epsilon_r (\%) = -2,1\%$	[1,5] 1 – 2: Adijabatski proces 2 – 3: Izohorski proces 1 – 3: Izotermni proces	[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] $t_v = 54^\circ\text{C}$
---	--	---------------------------------	---------------------------------