

Samo jedno od ponuđenih rješenja je u potpunosti točno.

1. (2 boda) Otpor jednog otpornika izmjerен je trima metodom:  $U-I$  metodom, digitalnim ohmometrom i usporedbom s poznatim otporom. Pritom su dobivene sljedeće aritmetičke sredine i pripadna standardna odstupanja sredine:  $100,53 \Omega$  ( $43 \text{ m}\Omega$ ),  $100,41 \Omega$  ( $72 \text{ m}\Omega$ ) i  $100,36 \Omega$  ( $31 \text{ m}\Omega$ ). Koja je najvjerojatnija vrijednost otpora tog otpornika?

- A)  $100,44 \Omega$
- B)  $100,37 \Omega$
- C)  $100,42 \Omega$
- D)  $100,39 \Omega$
- E)  $100,51 \Omega$

$$\bar{R}_1 = \frac{P_1 \bar{R}_1 + P_2 \bar{R}_2 + P_3 \bar{R}_3}{P_1 + P_2 + P_3} = \frac{100,38 \cdot 100,41 \cdot 100,36}{300} = 100,38415 \Omega$$

$$P_1 = \frac{1}{43 \cdot 10^{-3}} = 23,2575 \quad P_2 = \frac{1}{72 \cdot 10^{-3}} = 13,8889 \quad P_3 = \frac{1}{31 \cdot 10^{-3}} = 32,2581$$

$$P_{\text{tot}} = \frac{1}{400 \cdot 10^{-3}} = 250 \Omega$$

2. (2 boda) Izmjerili smo nekoliko desetaka otpornika nizivne vrijednosti  $330 \Omega$  te dobili aritmetičku sredinu  $333 \Omega$  i standardno odstupanje  $1,5 \Omega$ . Uzme li se nasumice jedan otpornik, vjerojatnost da je njegova vrijednost veća od nizivne vrijednosti iznosi:

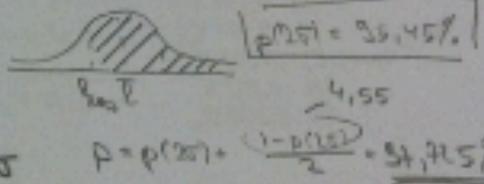
- A)  $34,13 \%$
- B)  $2,28 \%$
- C)  $97,73 \%$
- D)  $15,87 \%$
- E)  $84,13 \%$

$$R_{\text{izm}} = 330 \Omega$$

$$\bar{R} = 333 \Omega$$

$$\sigma = 1,5 \Omega$$

$$x_{\text{izm}} = \bar{R} - \sigma \Rightarrow x = 3 \Omega = 2,5 \Omega$$



$$P = P(15\%) = \frac{1 - P(2,5)}{2} = 54,75\%$$

3. (2 boda) Napon izvora izmjerjen je 13 puta u istim uvjetima, digitalnim voltmetrom s prikazom  $5\frac{1}{2}$  znamenke i granicama pogrešnja  $\pm(3 \cdot 10^{-4} \text{ of reading} + 3 \cdot 10^{-4} \text{ of range})$ , na mjerovom opsegu  $10 \text{ V}$ . Aritmetička sredina svih rezultata bila je  $5,8321 \text{ V}$ , a standardno odstupanje (pojedine vrijednosti)  $1,8 \text{ mV}$ . Kolika je složena standardna nesigurnost  $u_e$  tako izmjerjenog napona?

- A)  $2,45 \text{ mV}$
- B)  $3,64 \text{ mV}$
- C)  $3,98 \text{ mV}$
- D)  $4,31 \text{ mV}$
- E)  $2,79 \text{ mV}$

$$M=1/2 \quad U_A^2(U) = \frac{1,8 \text{ mV}}{13} = 1,4575077 \cdot 10^{-3} \text{ V}^2$$

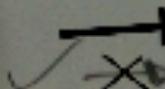
$$G = \pm 4,74363 = a \quad U_B^2(U) = \frac{a^2}{2} = 2,5126617 \cdot 10^{-6} \text{ V}^2$$

$$u_e(U) = \sqrt{U_A^2(U) + U_B^2(U)} = 2,7872 \cdot 10^{-3} = 2,78 \text{ mV}$$

4. (1 bod) Kod metode najmanjih kvadrata, zbroj svih razlika pojedine vrijednosti i aritmetičke sredine,

tj.  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$  je:

- A) jednak kvadratu standardnog odstupanja
- B) maksimalan
- C) jednak korijenu standardnog odstupanja
- D) 0
- E) minimalan



- ✓ 5. (2 boda) Koliki je približno fazni pomak između napona na mjerom žičanom otporniku i struje koja njime prolazi pri 2 kHz, ako mu je otpor  $10 \Omega$ , vlastiti kapacitet  $75 \text{ pF}$  te vlastiti induktivitet  $25 \mu\text{H}$ ?  
 A) 0,022 rad  
 B) 0,031 rad  
 C) 0,019 rad  
 D) 0,009 rad  
 E) 0,013 rad

$$\varphi = 2\pi \cdot f \left( \frac{L}{C} - R \cdot C \right) = 0,0314 \text{ rad}$$

- ✓ 6. (1 bod) Slučajni učinci daju doprinos ukupnoj mjernoj nesigurnosti:  
 A) koji se može smanjiti ako primijenjeni uređaj zamjenimo točnjim  
 B) koji se može smanjiti ponavljanjem mjerena  
 C) i razmjerni su mjerenoj veličini pa se ne mogu smanjiti  
 D) koji se pokorava pravokutnoj razdiobi  
 E) koji se povećava ponavljanjem mjerena

7. (1 bod) Što za vas znači ispravak mjernog rezultata?  
 A) uvećavanje mjernog rezultata za sve neuočene pogreške –  
 B) umanjivanje mjernog rezultata za sve neuočene pogreške –  
 C) oduzimanje utvrđenog ispravka od mjernog rezultata  
 ✓ D) pribrajanje utvrđenog ispravka mjerom rezultatu  
 E) prepravljanje mjernog rezultata da bude bliži očekivanoj vrijednosti –

8. (2 boda) Korekcijska krivulja jednog voltmetra prikazana je tablicno. Kolika je točna vrijednost mjerene napona ako on pokazuje  $0,2 \text{ V}$ ?

$U / \text{V}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$U_K / \text{mV}$	-1	3	-2	-3	1	2	2	3	-1	-2

- ✓ A)  $0,198 \text{ V}$   
 B)  $0,197 \text{ V}$   
 C)  $0,203 \text{ V}$   
 D)  $0,202 \text{ V}$   
 E)  $0,200 \text{ V}$

$$U_{\text{TOČNA}} = U_{\text{IZMJERENO}} + U_K = 0,2 \text{ V} + 5 \text{ mV} = 0,205 \text{ V}$$

9. (2 boda) Razina pouzdanosti od 100 % postiže se kod trokutaste razdiobe za (slučajnu) varijablu  $x$  u intervalu:

- A)  $\mu - 2a < x < \mu + 2a$   
 B)  $\mu - 3 \frac{a}{\sqrt{6}} < x < \mu + 3 \frac{a}{\sqrt{6}}$   
 C)  $-\infty < x < +\infty$   
 D)  $\mu - a < x < \mu + a$   
 E)  $\mu - \frac{a}{\sqrt{6}} < x < \mu + \frac{a}{\sqrt{6}}$

10. (2 boda) Ako se ista mjerena veličina mjeri s dvije različite metode i različitim uređajima kojima se dobiju dvije različite aritmetičke sredine s različitim standardnim odstupanjima sredine, s tim da je vrijednost prvog manja od vrijednosti drugog, tada možemo sa sigurnošću reći da će vrijednost standardnog odstupanja opće aritmetičke sredine u tom slučaju biti:  
 A) manja od vrijednosti standardnog odstupanja sredine drugog rezultata  
 ✗ B) veća od vrijednosti standardnog odstupanja sredine drugog rezultata  
 C) veća od vrijednosti standardnog odstupanja sredine prvog rezultata  
 D) manja od vrijednosti standardnog odstupanja sredine prvog rezultata  
 > E) jednaka aritmetičkoj sredini standardnih odstupanja prvog i drugog rezultata

11. (2 boda) Realni kondenzator kapaciteta  $C = 10 \text{ nF}$  ima kut gubitaka  $\delta = 0,003$  rad pri frekvenciji 50 Hz. Koliki je u tom slučaju fazni pomak između napona na kondenzatoru i struje koja njime prolazi?
- A)  $-(\pi/2 - 0,003)$  rad  
 B)  $(\pi/2 - 0,003)$  rad  
 C)  $(\pi/2 + 0,003)$  rad  
 D)  $-0,003$  rad  
 E)  $-(\pi/2 + 0,003)$  rad

$$-(\frac{\pi}{2} - \delta)$$

12. (1 bod) Što od navedenog nije izvor (ili doprinos) mjernoj nesigurnosti rezultata?
- A) netočnost stalmica i drugih parametara pri obradi rezultata ✓  
 B) nedovoljno (konačno) razlučivanje mjerila ✓  
 C) nedovoljno poznavanje utjecaja okolnih uvjeta ✓  
 D) nedovoljno poznavanje rada na džepnom kalkulatoru ✓  
 E) aproksimacije i pretpostavke ugradene u mjerni postupak ✓

13. (2 boda) Pri mjerenu istosmjerne struje shuntom i voltmetrom ustanovljeno je da se pri strui od 10 A otpor shunta povećao za 0,09 % u odnosu na stanje kad njime ne prolazi struja. Ako je temperaturni koeficijent shunta  $4 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ , za koliko se pritom povećala njegova temperatura kad njime prolazi navedena struja?

- A) 1,0 °C  
 B) 2,7 °C  
 C) 3,1 °C  
 D) 2,3 °C  
 E) 5,1 °C

$$I = 10 \text{ A} \rightarrow R = R_0 \cdot 1,0009 \Omega$$

$$R_{\text{ne}} = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$1,0009 \cancel{\times} \cancel{+} (1 + \alpha \cdot \Delta T) \Rightarrow \Delta T = 2,25^\circ \text{C} = \underline{\underline{2,25^\circ \text{C}}}$$

14. (2 boda) Djelatna snaga trošila poznatog otpora određena je mjeranjem istosmjerne struje koja njime prolazi. Ako je relativna mjerna nesigurnost izmjerene struje 0,11 %, a otpora 0,07 %, relativna mjerna nesigurnost izmjerene snage iznosi:

- A) 0,23 %  
 B) 0,18 %  
 C) 0,29 %  
 D) 0,25 %  
 E) 0,15 %

$$P = I^2 \cdot R$$

$$U_{ce}(I) = 0,11\%$$

$$U_{ce}(R) = 0,07\%$$

$$U_{ce}(P) = \sqrt{4 \cdot U_{ce}^2(I) + U_{ce}^2(R)} = \underline{\underline{0,23\%}}$$

15. (1 bod) Kod četverožičnog mjerjenja otpora, otpornik se u strujni krug spaja preko:

- A) 2 nadpotencijalne i 2 podpotencijalne stezaljke  
 B) 4 otporničke stezaljke  
 C) 2 visokonaponske i 2 niskonaponske stezaljke  
 D) 2 strujne i 2 naponske stezaljke  
 E) 4 strujne i 4 naponske stezaljke