

(Ime i prezime)

(Matični broj)

(Grupa)

Međuispit iz predmeta *Uvod u mjeriteljstvo*

Izjavljujem da tijekom ispita neću od drugoga primiti niti drugome pružiti pomoć te da se neću koristiti nedopuštenim sredstvima. Ove su radnje teška povreda Kodeksa ponašanja te mogu uzrokovati isključenje s Fakulteta. Također izjavljujem da mi zdravstveno stanje dozvoljava pisanje ovog ispita.

Vlastoručni potpis: _____

Na pitanja se odgovara zatamnjivanjem jednog od ponuđenih odgovora na obrascu!

Svaki netočan odgovor donosi **-0,5** bodova.

Samo jedno od ponuđenih rješenja je u potpunosti točno.

1. (2 boda) Napon izvora izmjereno je 13 puta u istim uvjetima, digitalnim voltmetrom s prikazom $5\frac{1}{2}$ znamenke i granicama pogrešaka $\pm(4 \cdot 10^{-4} \text{ of reading} + 3 \cdot 10^{-4} \text{ of range})$, na mjernom opsegu 10 V. Aritmetička sredina svih rezultata bila je 5,6784 V, a standardno odstupanje (pojedine vrijednosti) 1,5 mV. Kolika je složena standardna nesigurnost $u_c(U)$ tako izmjerenog napona?

- A) 2,57 mV
☒ B) 3,07 mV
C) 3,98 mV
D) 4,11 mV
E) 3,32 mV

$$U = U_{DV} + \Delta U_{DV}; \quad \Delta U = \phi$$
$$u(U) = \sqrt{u^2(U_{DV}) + u^2(\Delta U_{DV})}$$

2. (2 boda) Voltmetrom unutrašnjeg otpora 1 M Ω mjerimo napon nekog izvora. Ako je njegova elektromotorna sila 6,9 V, a unutrašnji otpor 150 Ω , voltmetar treba pokazati (uz pretpostavku da ne griješi):

- A) podatci su nedovoljni da se može odgovoriti
B) točno 6,9 V
C) napon veći od 6,9 V
☒ D) napon manji od 6,9 V
E) takvo je mjerenje opasno za izvor

3. (2 boda) Razina pouzdanosti od 100 % postiže se kod trokutaste razdiobe za (slučajnu) varijablu x u intervalu:

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

4. (2 boda) Korekcijska krivulja jednog voltmetra prikazana je tablično. Kolika je točna vrijednost mjenjenog napona ako on pokazuje 0,6 V?

U/V	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
U_K/mV	-2	5	-7	-4	3	-3	1	3	-2	2

- ☒ A) 0,597 V
B) 0,600 V
C) 0,603 V
D) 0,605 V
E) 0,594 V

$$U_{ret} = U_m + k$$

$$p_i = U_m - U_{ret}$$
$$k = -p_i = -U_m + U_{ret}$$

5. (1 bod) Što od navedenog nije izvor (ili doprinos) mjernoj nesigurnosti rezultata?
- A) nesigurnost etalona korištenih u mjernoj metodi
 - B) aproksimacije i pretpostavke ugrađene u mjerni postupak
 - C) nedovoljno (konačno) razlučivanje mjerila
 - ☒ D) nadomještanje mjerene veličine najvećim odstupanjem od aritmetičke sredine
 - E) nedovoljno poznavanje utjecaja okoliša na rezultate mjerenja

6. (2 boda) Otpor trošila određen je mjerenjem istosmjerne struje koja njime prolazi i pada napona na njemu. Kolika je relativna proširena nesigurnost tako izmjerenog otpora $U_{pr}(R)$ na razini pouzdanosti 95 % ako su relativna mjerna nesigurnost i pripadni efektivni stupanj slobode izmjerenog napona i struje redom 0,11 % i $v_{effU} = 25$ te 0,19 % i $v_{effI} = 12$? Vrijednosti pripadnog obuhvatnog faktora $t_p(v_{eff})$ nalaze se u tablici.

v_{eff}	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
t_p	4,30	2,57	2,23	2,13	2,09	2,06	2,04	2,03	2,02	2,01	2,01

- A) 0,42 %
- ☒ B) 0,46 %
- C) 0,34 %
- D) 0,38 %
- E) 0,51 %

$$R = \frac{U}{I}$$

$$u_{cr\%}(R) = \sqrt{u_{cr\%}^2(U) + u_{cr\%}^2(I)}$$

$$v_{eff} = \frac{u_{cr\%}^4(R)}{\frac{u_{cr\%}^4(U)}{v(U)} + \frac{u_{cr\%}^4(I)}{v(I)}}$$

7. (2 boda) Kolika je vremenska konstanta mjernog otpornika otpora 100 Ω pri frekvenciji 10 kHz, ako mu je vlastiti kapacitet 80 pF te vlastiti induktivitet 40 μ H?

- A) 445 ns
- B) 796 ns
- ☒ C) 392 ns
- D) 754 ns
- E) 553 ns

$$\tau = \frac{L}{R} - RC$$

8. (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 nuli
- D) jednak korijenu standardnog odstupanja
- E) minimalan

9. (2 boda) Otpor jednog otpornika izmjeren je trima metodama: U - I metodom, digitalnim omometrom i usporedbom s poznatim otporom. Pritom su dobivene sljedeće aritmetičke sredine i pripadna standardna odstupanja sredine: 10,053 Ω (1,9 m Ω); 10,036 Ω (2,3 m Ω) i 10,041 Ω (4,2 m Ω). Koja je najvjerojatnija vrijednost otpora tog otpornika?

- A) 10,040 Ω
- B) 10,049 Ω
- C) 10,042 Ω
- D) 10,038 Ω
- ☒ E) 10,046 Ω

$$\bar{R}_s = \frac{p_1 R_1 + p_2 R_2 + p_3 R_3}{p_1 + p_2 + p_3}$$

10. (1 bod) Mjerni rezultat iskazan je kao $I = 2,2741(11)$ mA. Mjerna nesigurnost je:

- ☒ A) 1,1 μ A
- B) 110 μ A
- C) 0,11 μ A
- D) 11,1 μ A
- E) 4,1 μ A

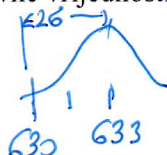
11. (2 boda) Djelatna snaga trošila poznatog otpora određena je mjerenjem istosmjerne struje koja njime prolazi. Ako je relativna mjerna nesigurnost izmjerene struje 0,12 %, a otpora 0,13 %, relativna mjerna nesigurnost izmjerene snage iznosi:

A) 0,33 %
 B) 0,18 %
 C) 0,30 %
 D) 0,27 %
 E) 0,25 %

$$u_{cr\%}(P) = \sqrt{4 \cdot u_{r\%}^2(I) + u_{r\%}^2(R)}$$

12. (2 boda) Izmjerali smo nekoliko desetaka otpornika nazivne vrijednosti 630 Ω te dobili aritmetičku sredinu 633 Ω i standardno odstupanje 1,5 Ω . Uzme li se nasumce jedan otpornik, vjerojatnost da je njegova vrijednost manja od nazivne vrijednosti iznosi:

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



$$P = 0,5 - \frac{1}{2} P_{2\sigma} \\ = 0,5 - \frac{1}{2} 0,9545 \\ = 0,02275$$

13. (2 boda) Pri mjerenju istosmjerne struje shuntom i voltmetrom ustanovljeno je da se pri struji od 10 A otpor shunta povećao za 0,1 % 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) 4,0 °C
 B) 3,5 °C
 C) 3,0 °C
 D) 2,5 °C
 E) 2,0 °C

$$R_{te} = R_0 [1 + \alpha \Delta t]$$

$$= R_0 + R_0 \alpha \Delta t = R_0 + \Delta R_t$$

$$\frac{\Delta R_t}{R_0} = \frac{\Delta R_t}{R_0} = \frac{R_0 \alpha \Delta t}{R_0} = \alpha \Rightarrow \Delta t = \frac{k}{\alpha} = \frac{0,001}{4 \cdot 10^{-4}}$$

14. (1 bod) Realni kondenzator kapaciteta $C = 1 \text{ nF}$ ima kut gubitaka $\delta = 0,23^\circ$ pri frekvenciji 50 Hz. Koliki je u tom slučaju fazni pomak između napona na kondenzatoru i struje koja njime prolazi?

A) $(\pi/2 - 0,004) \text{ rad}$
 B) $-(\pi/2 - 0,004) \text{ rad}$
 C) $(\pi/2 + 0,004) \text{ rad}$
 D) $-0,23 \text{ rad}$
 E) $-(\pi/2 + 0,004) \text{ rad}$

$$0,23^\circ = 4,014 \text{ rad}$$

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

A) 2 strujne i 2 naponske stezaljke
 B) četverožičnog kabla s 2 polâ
 C) 4 otporničke stezaljke s 2 polâ
 D) 2 visokonaponske i 2 niskonaponske stezaljke
 E) 4 strujne i 4 naponske stezaljke