

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH ŠKOLA

ŠK. GOD. 2025./2026.

13. svibnja 2026.

Vodice

Upute: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje se koristi isključivo kemijskom olovkom ili nalivperom plave ili crne boje. Pri ruci ne smiješ imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora koji nije spojen na internet.

NAPOMENA: U svim zadacima, gdje je potrebno, uzmi da je $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

1. zadatak (9 bodova)

Laboratorijska čaša zapremnine 250 mL ispunjena je vodom do samoga vrha i ovješena na dinamometar koji mjeri silu od 3,5 N. U vodu se zatim pažljivo uroni metalni uteg mase 150 g ne dotičući stijenke ni dno čaše. Utég je ovješén o nit konca te je uronjen tako da su mu dvije trećine volumena izvan vode.

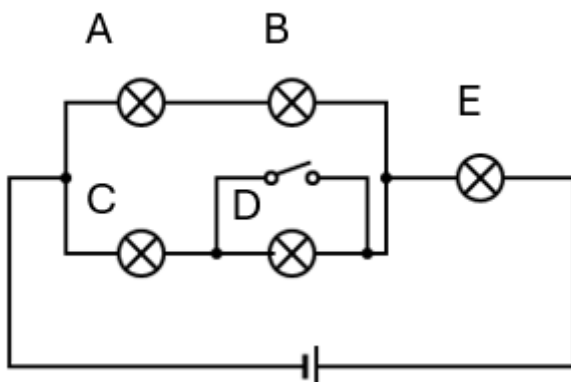
Nakon toga uteg se izvuče iz vode, te se u vodu pažljivo ubaci kuglica, čiji je volumen jednak volumenu utega, tako da pliva na površini vode djelomično uronjena.

Kolika mora biti gustoća te kuglice da bi se, nakon njezina postavljanja u vodu, površina vode podigla do samog vrha čaše, ali bez prolijevanja?

Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a metalnog utega 8000 kg/m^3 .

2. zadatak (11 bodova)

Pet žaruljica spojeno je u strujni krug kao na zadanoj shemi. Kada je prekidač zatvoren, na žaruljici C razvije se snaga $P = 0,9 \text{ W}$. Sve su žaruljice međusobno jednake i nepromjenljivog otpora te spojene na idealnu bateriju napona 7,5 V. Kolika će se snaga razviti na žaruljici C kada je prekidač otvoren?



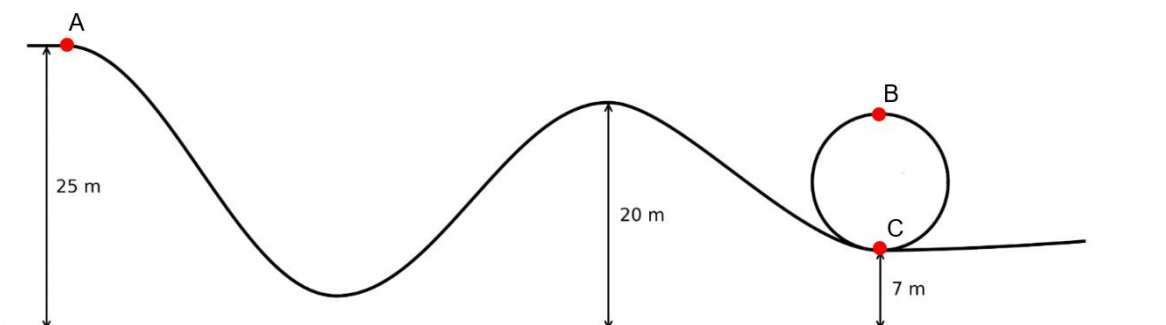
3. zadatak (10 bodova)

Automobil s vozačem, mase 1600 kg, početno miruje na zaustavnoj liniji ispred semafora. U trenutku kada se upali zeleno svjetlo na semaforu, počne ubrzavati stalnom akceleracijom od 3 m/s^2 sve dok ne postigne brzinu v , kojom vozi neko vrijeme. Vozač, čije je vrijeme reakcije 0,4 s, uoči da se upalilo žuto svjetlo na drugom semaforu te krene usporavati, pri čemu automobil usporava stalna sila od 10 kN. Vozač sigurno zaustavi automobil na zaustavnoj liniji ispred drugog semafora istovremeno kada se na semaforu upali crveno svjetlo. Žuto svjetlo svijetli ukupno četiri sekunde prije negoli se upali crveno svjetlo. Pretpostavi da nema drugih vozila na cesti.

- Koliko iznosi brzina v koju je vozač postigao?
- Koliki je put vozač prešao vozeći stalnom brzinom v , ako je udaljenost između dviju zaustavnih linija 170 m?

4. zadatak (10 bodova)

Vagon u zabavnom parku, mase 350 kg, kreće iz stanja mirovanja u točki A i klizi po glatkim tračnicama bez trenja kao na slici. Dio staze je i kružna petlja polumjera 6 m.



- Kolika je kinetička energija vagona kada prolazi točkom B?
- Koliko je puta kinetička energija vagona kada prolazi točkom C veća od one koju ima kada prolazi točkom B?

5. zadatak (10 bodova)

Na terenskoj nastavi učenici trebaju pripremiti 1,5 kg vode temperature 55 °C. Učenici prvo pomiješaju 0,6 kg vode temperature 80 °C koju već imaju priređenu od prethodnog zagrijavanja te doliju 0,9 kg vode temperature 16 °C. Voda se pritom miješa u metalnoj posudi od nehrđajućeg čelika mase 0,1 kg, koja se na početku nalazi na sobnoj temperaturi od 23 °C. Nakon toga se, po potrebi, dodatno zagrijava električnim grijačem dok ne postigne željenu temperaturu. Učenicima su dostupna dva grijača: grijač A (snaga 1000 W, korisnost 80 %) te grijač B (snaga 700 W, korisnost 95 %).

- a) Odredite temperaturu smjese nakon što učenici pomiješaju vodu te koliko je topline potrebno dodati kako bi se dosegla željena temperatura.
- b) Odredite koji je od grijača potrebno odabrati ako je cilj imati što kraće vrijeme zagrijavanja.
- c) Odredite koji je od grijača potrebno odabrati ako je cilj upotreba što manje električne energije za zagrijavanje.

Specifični toplinski kapacitet vode iznosi $c_v = 4200 \text{ J/(kg K)}$, a posude $c_p = 500 \text{ J/(kg K)}$.

1. zadatak (9 bodova)

Za izračunati gustoću kuglice trebaju nam masa kuglice i volumen kuglice.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad 1 \text{ bod}$$

Volumen kuglice možemo saznati ako odredimo volumen metalnoga utega:

$$V_{uk} = 0,00001875 \text{ m}^3 \quad 1 \text{ bod}$$

Nakon uranjanja utega u vodu, on je istisnuo količinu vode koja odgovara trećini njegova volumena:

$$V_{ur} = \frac{1}{3} V_{uk} = 0,00000625 \text{ m}^3 \quad 1 \text{ bod}$$

Kada se kuglica uroni u vodu, njezin uronjeni dio volumena mora odgovarati volumenu vode koji je istisnuo uteg. Sila uzgona na kuglicu zato će biti:

$$F_u = \rho_{vode} \cdot g \cdot V_{ur} \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_u = 0,0625 \text{ N} \quad 1 \text{ bod}$$

Iz te informacije možemo saznati masu kuglice:

$$F_u = F_g \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_g = mg \quad 1 \text{ bod}$$

$$m = 6,25 \text{ g} \quad 1 \text{ bod}$$

Gustoća kuglice:

$$\rho = 333,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad 1 \text{ bod}$$

2. zadatak (11 bodova)

Da bismo odredili snagu žaruljice C kada je prekidač otvoren, najprije ćemo morati doći do otpora pojedinačnih žaruljica.

Imamo podatke o strujnom krugu kada je prekidač zatvoren, pa prvi korak može biti izračunati ukupni otpor strujnog kruga:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad 1 \text{ bod}$$

$$R_s = R_1 + R_2 \quad 1 \text{ bod}$$

$$R_{uk} = \frac{5R}{3} \quad 1 \text{ bod}$$

$$I_{uk} = \frac{U_{bat}}{R_{uk}} \quad 1 \text{ bod}$$

$$I_{uk,z} = \frac{4,5}{R} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada imamo informacije koje su nam potrebne za napon na krajevima žaruljice C dok je prekidač zatvoren:

$$U_{C,zatvoren} = 3 \text{ V} \quad 1 \text{ bod}$$

$$P = UI \quad 1 \text{ bod}$$

I konačno:

$$R = 10 \Omega \quad 1 \text{ bod}$$

Sada možemo naći snagu na žaruljici C kada je prekidač otvoren:

$$R_{uk} = 2R \quad 1 \text{ bod}$$

(tj. uočava se da cijela paralela i žaruljica A imaju isti otpor)

$$U_{C,otvoren} = \frac{U}{4} \quad 1 \text{ bod}$$

$$P_{C,otvoren} = 0,36 \text{ W} \quad 1 \text{ bod}$$

3. zadatak (10 bodova)

Iz informacije o sili kočenja možemo dobiti akceleraciju kočenja, a iz toga maksimalnu brzinu v koju je vozač postigao:

$$a = \frac{F}{m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$a_2 = 6,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad 1 \text{ bod}$$

$$a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t_2} \quad 1 \text{ bod}$$

Vrijeme kočenja saznat ćemo iz informacije o trajanju žutog svjetla i vremena reakcije, a iz toga i brzinu automobila v :

$$\Delta t_2 = 3,6 \text{ s} \quad 1 \text{ bod}$$

$$v_2 = 22,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 1 \text{ bod}$$

Gibanje možemo podijeliti na tri dijela: put s_1 koji automobil prijeđe ubrzavajući, put s_2 koji automobil prijeđe gibajući se stalnom brzinom, te put s_3 koji automobil prijeđe usporavajući:

$$s_{uk} = s_1 + s_2 + s_3 \quad 1 \text{ bod}$$

$$s = \frac{1}{2}vt \quad 1 \text{ bod}$$

$$s_3 = 40,5 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$s_1 = 84,375 \text{ m} = 84,4 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$(\text{vrijeme ubrzavanja } \Delta t_1 = 7,5 \text{ s})$$

$$s_2 = 45,1 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

4. zadatak (10 bodova)

Zadatak ćemo riješiti koristeći se zakonom očuvanja energije. U rješenju oba dijela zadatka nulta je razina za E_{gp} postavljena na tlo.

$$E_{gp} = mgh \quad 1 \text{ bod}$$

Ukupna energija sustava u točki A bit će:

$$E_{uk,A} = 87\,500 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

Budući da vrijedi ZOE, ukupna energija sustava u točki A mora biti jednaka ukupnoj energiji sustava u točki B:

$$E_{uk,A} = E_{k,B} + E_{gp,B} \quad 1 \text{ bod}$$

$$h_B = 7 \text{ m} + 2 \cdot 6 \text{ m} = 19 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_{gp,B} = 66\,500 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_{k,B} = 21\,000 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

Budući da vrijedi ZOE, ukupna energija sustava u točki A mora biti jednaka ukupnoj energiji u točki C pa iz toga slijedi da je kinetička energija u točki C:

$$E_{k,C} = E_{uk,A} - E_{gp,C} \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_{gp,C} = 24\,500 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_{k,C} = 63\,000 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

$$\frac{E_{k,C}}{E_{k,B}} = 3 \quad 1 \text{ bod}$$

5. zadatak (10 bodova)

Najprije je potrebno odrediti temperaturu smjese, nakon što se voda pomiješa u posudi:

$$Q_{tv} + Q_{hv} + Q_p = 0 \quad 1 \text{ bod}$$

$$Q = mc\Delta T \quad 1 \text{ bod}$$

$$T = 41,45 \text{ }^\circ\text{C} \quad 1 \text{ bod}$$

Dobivena temperatura smjese manja je od željene temperature, pa je potrebno dodatno zagrijati vodu grijačem:

$$\Delta T = 55 - 41,45 = 13,55 \text{ }^\circ\text{C} \quad 1 \text{ bod}$$

$$Q = (m_p c_p + m_{tv} c_v + m_{hv} c_v) \Delta T \quad 1 \text{ bod}$$

$$Q = 86\,020 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

Grijači koji se upotrebljavaju nisu idealni, pa treba uzeti u obzir i korisnost:

$$\eta = \frac{Q_{dobiveno}}{Q_{uloženo}} \quad 1 \text{ bod}$$

$$Q = Pt \quad 1 \text{ bod}$$

Za kraće vrijeme grijanja bolji je grijač A.

$$(t_A = 107,5 \text{ s i } t_B = 129,4 \text{ s}) \quad 1 \text{ bod}$$

Za korištenje manje električne energije bolji je grijač B.

$$(\Delta E_A = 107\,525 \text{ J i } \Delta E_B = 90\,547 \text{ J}) \quad 1 \text{ bod}$$

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH ŠKOLA

PRAKTIČNI ZADATCI

ŠK. GOD. 2025./2026.

14. svibnja 2026.

Vodice

Upute: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje se koristi isključivo kemijskom olovkom ili nalivperom plave ili crne boje. Pri ruci ne smiješ imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora koji nije spojen na internet.

NAPOMENA: U svim zadacima, gdje je potrebno, uzmi da je $g = 10 \text{ N/kg}$.

1. zadatak (14 bodova)

U ovom je zadatku cilj odrediti gustoću staklene kuglice.

- Istraži kako se mijenja produljenje zadane opruge u ovisnosti o težini utega, koristeći se kovanicama mase 7,8 g kao utezima. Napravi četiri različita mjerenja i prikaži ih tablično.
- Izmjerene podatke prikaži grafički u odgovarajućem grafu. Nakon što su sve točke ucrtane, pažljivo povuci pravac ili krivulju koja najbolje pristaje svim ucrtanim točkama.
- Odredi težinu staklene kuglice koristeći se samo elastičnom oprugom i nacrtanim grafom. U ovom koraku **nemoj** se koristiti dinamometrom. Opiši što radiš u ovom koraku.
- Odredi gustoću kuglice.

2. zadatak (16 bodova)

Istraži kako električni otpor dane žice ovisi o njezinoj duljini pa odredi električnu otpornost te žice.

- Opiši postupak mjerenja. Pripazi, u ovom se zadatku **nemoj** koristiti ommetrom.
- Odredi električni otpor žice za četiri različite duljine. Mjerenja prikaži tablično.
- Nacrtaj graf ovisnosti otpora o duljini žice koristeći se rezultatima svojih mjerenja. Nakon što su sve točke ucrtane, pažljivo povuci pravac ili krivulju koja najbolje pristaje svim ucrtanim točkama.
- Što zaključuješ iz svojih mjerenja?
- Odredi srednju vrijednost električne otpornosti dane žice iz nagiba pravca.

Napomena: polumjer žice je 0,2 mm. U zadatku se koristite baterijom od 1,5 V. Minimalna duljina žice neka bude 20 cm.

3. zadatak (10 bodova)

Odredi specifični toplinski kapacitet staklenih kuglica.

- Jasno opiši kako ćeš odrediti snagu četiriju svjećica.
- Provedi planirana mjerenja te odredi snagu svjećica.
- Provedi mjerenje te odredi specifični toplinski kapacitet staklenih kuglica.
- Je li ovako određen specifični toplinski kapacitet staklenih kuglica veći, manji ili jednak tabličnoj vrijednosti specifičnog toplinskog kapaciteta za staklo? Obrazloži svoj odgovor.

Uzmi da je gustoća vode 1000 kg/m^3 , a njezin specifični toplinski kapacitet 4200 J/kgK . Sve izmjerene podatke zapiši uredno u tablici. U mjerenjima koristite 150 mL vode.

1. zadatak (14 bodova)

a) Primjer mogućih mjerenja:

Broj novčića	G/N	$\Delta l/cm$
1	0,078	2,8
2	0,156	6,5
3	0,234	10,5
4	0,312	14,5
5	0,39	18
6	0,468	22

Par mjerenja G i Δl

4x1 bod

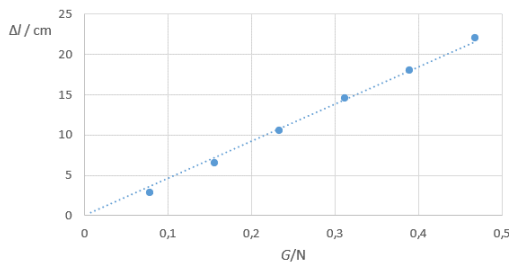
b) Primjer grafa:

2 boda

(ako su osi zamijenjene, oduzima se jedan bod; ako su točke spojene cik-cak, oduzima se jedan bod)

Povučena krivulja, tj. pravac

1 bod



c) Opis određivanja težine kuglice

1 bod

(npr. za izmjereno produljenje opruge, određujem silu koja izaziva to produljenje na temelju grafa; ako je mjereno dinamometrom, tj. nema naznake kako je korišten graf, ne dodjeljuje se bod)

Određena težina kuglice

1 bod

(npr. opruga se istegnula 5 cm pa je težina kuglice/a 0,1 N)

d) Mjerenje volumena

2 boda

(npr. promjena razine vode u čaši ΔV 1 bod; iznos 1 bod)

$$G = mg$$

1 bod

$$\rho = \frac{m}{V}$$

1 bod

Izračunata gustoća

1 bod

2. zadatak (16 bodova)

a) Opis postupka

(mjerenje struje kroz žicu i napona na njezinim krajevima za 4 različite duljine – 1 bod; račun otpora za 4 izmjerena slučaja . 1 bod)

2 boda

b)

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

1 bod

Izračunat R za 4 različite duljine otporne žice

4x1 bod

PRIMJER mjerenja:

	ℓ / m	U / V	I / A	R / Ω
1	0,25	0,9	0,32	2,81
2	0,3	0,92	0,29	3,17
3	0,35	0,94	0,25	3,76
4	0,4	0,96	0,23	4,17

c) Graf

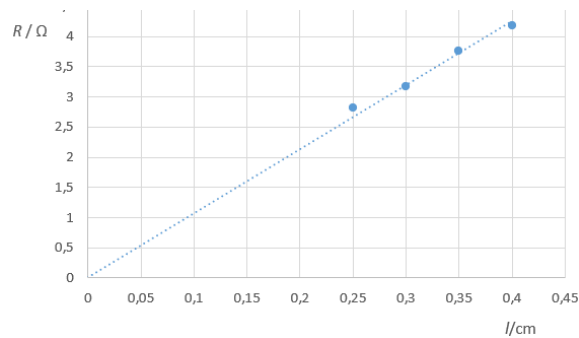
2 boda

(zamijenjene osi: -1 bod)

Povučen pravac

1 bod

(ako pravac ide cik-cak od točke do točke ili ako nije provučen između točaka, bod se ne dodjeljuje)



d) Zaključak: Otpor se povećava s povećanjem duljine žice.

1 bod

e) Nagib pravca: $k = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

1 bod

$$R = \rho \frac{l}{r^2 \pi}$$

1 bod

$$k = \frac{\rho}{r^2 \pi}$$

1 bod

$$k = 10,66 \frac{\Omega}{m}$$

1 bod

Određena vrijednost

1 bod

$$\bar{\rho} = 1,34 \cdot 10^{-6} \Omega m$$

3. zadatak (10 bodova)

RJEŠENJA:

a) Opis određivanja snage svjećica

2 boda

b) $Pt = m_{vode} c_{vode} \Delta T$

1 bod

Par mjerenja t i ΔT

1 bod

Određena snaga svjećica

1 bod

c) $Pt = m_{vode} c_{vode} \Delta T + m_{kuglica} c_{kuglica} \Delta T$

1 bod

Par mjerenja t i ΔT

1 bod

Primjer mjerenja:

m/kg	$\Delta t_1 / ^\circ C$	t/s
0,150 (voda)	7	120
0,190 (voda i kuglice)	5,5	120

Određen specifični toplinski kapacitet stakla

1 bod

Vrijeme grijanja: $t = 120$ s

d) Ovako određena vrijednost veća je od tablične vrijednosti.

1 bod

Pretpostavili smo da je sva toplina prešla samo na vodu i staklene kuglice, no zagrijale su se i staklena čaša te okolina.

1 boda