

**ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH
ŠKOLA
ŠK. GOD. 2023./2024.
27. veljače 2024.**

VAŽNO: Tijekom ispita ne smiješ se koristiti nikakvim pisanim materijalima (knjigama, bilježnicama, formulama...). Za pisanje se koristi kemijskom olovkom ili nalivperom. Pri ruci ne smiješ imati mobitel niti druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

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

1. zadatak (13 bodova)

Na stolu se nalazi četvrtasta staklena vaza, čija je baza kvadrat površine 25 cm^2 , a visina 25 cm (oboje su vanjske dimenzije!). Debljina svih stijenki, uključujući i dno, iznosi 1 cm . U tu se vazuu najprije ulije voda, tako da joj je visina unutar vaze 7 cm . Kada u tu istu vazuu polagano dolijemo ulje, tlak na podlogu postane 4842 Pa . Koliko je visok doliveni stupac ulja? Prilikom dolijevanja ulja u vazuu ne dolazi do miješanja vode i ulja. Gustoća vode iznosi 1000 kg/m^3 , ulja 950 kg/m^3 , a stakla 2500 kg/m^3 .

RJEŠENJE:

Iz zadatka možemo odrediti tlak koji vaza s vodom vrši na podlogu. Za to nam trebaju težina vaze i težina vode, No, najprije treba doći do volumena vaze:

$$V = Ah \quad 1 \text{ bod}$$

$$V_{\text{staklo}} = V_{\text{vanjski}} - V_{\text{unutarnji}} \quad 2 \text{ boda}$$

$$V_{\text{staklo}} = 0,000409 \text{ m}^3 \quad 1 \text{ bod}$$

Iz poznatog volumena vaze i gustoće materijala, možemo doći do mase vaze, a isto tako možemo doći i do mase ulivene vode u vazuu:

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

$$m_{\text{staklo}} = 1,0225 \text{ kg} \quad 1 \text{ bod}$$

$$m_{\text{vode}} = 0,0630 \text{ kg} \quad 1 \text{ bod}$$

Tlak kojega vaza s tekućinama vrši na podlogu preko kvadrata površine 25 cm^2 iznosi:

$$p = \frac{G_{\text{ukupno}}}{A} \quad 1 \text{ bod}$$

Iz ukupnog tlaka, možemo dobiti ukupnu težinu vaze, vode i ulja. Iz poznate težine vaze i vode, možemo odrediti ukupnu težinu, pa onda i masu ulja:

$$G_{\text{ukupno}} = 12,105 \text{ N} \quad 1 \text{ bod}$$

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

$$m_{\text{ukupno}} = m_{\text{staklo}} + m_{\text{voda}} + m_{\text{ulje}} \quad 1 \text{ bod}$$

$$m_{\text{ulje}} = 0,1250 \text{ kg} \quad 1 \text{ bod}$$

$$h = 0,146 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

2. zadatak (8 bodova)

Luka i Ivan utrkiivali su se na kružnoj stazi školskog igrališta. Luka je bio brži te je utrku istrčao 2,5 minute prije Ivana, kojemu su trebale 25 minute da završi utrku. Luka je trčao prosječnom brzinom od 8 km/h.

Ako je svaki otrčao točno 12,5 jednakih krugova, odredi nakon koliko je minuta Luka prvi puta prestigao Ivana. Može li Luka prestići Ivana i drugi puta za vrijeme ove utrke?

RJEŠENJE:

Da bismo odredili nakon koliko je vremena Luka prestigao Ivana, potrebno je prvo odrediti Ivanovu brzinu, duljinu utrke, a potom i duljinu pojedinog kruga.

Iz podatka o Lukinoj brzini i vremenu trčanja, možemo odrediti duljinu utrke, a time i Ivanovu brzinu:

$$v = \frac{s}{t} \quad 1 \text{ bod}$$

$$s = 3 \text{ km} \quad 1 \text{ bod}$$

$$v_{Ivan} = 7,2 \text{ km/h} \quad 1 \text{ bod}$$

Da bismo odredili kada je Luka prvi puta prestigao Ivana, trebat će nam i podatak o duljini same kružne staze:

$$L = \frac{s}{12,5} = 0,24 \text{ km} \quad 1 \text{ bod}$$

Kada Luka (prvi puta) prestigne Ivana, to znači da je za isto vrijeme trčanja pretrčao jedan cijeli krug više od Ivana:

$$t_{Luka} = t_{Ivan} \quad 1 \text{ bod}$$

$$s_{Luka} = s_{Ivan} + L \quad 1 \text{ bod}$$

$$t = 0,3 \text{ h} = 18 \text{ min} \quad 1 \text{ bod}$$

Za vrijeme trajanja ove utrke, Luka stigne prestići Ivana samo jednom.

$$1 \text{ bod}$$

3. zadatak (10 bodova)

Karla spaja strujne krugove koristeći četiri međusobno jednake žaruljice, otpora $18\ \Omega$, na idealnu bateriju napona $9\ V$. Spaja ih tako da jedna žaruljica (oznake A) svijetli najvećim sjajem. Druga žaruljica (oznake B) sja slabije od žaruljice A, ali jače od preostalih dviju žaruljica (oznaka C i D), koje sjaje međusobno jednakim sjajem.

Kada odvrne žaruljicu C, žaruljicom A teče struja manje jakosti.

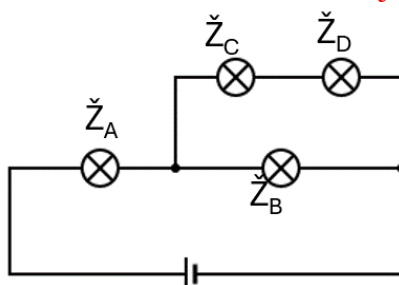
Skiciraj strujni krug kojega je Karla složila sa sve četiri žaruljice koje svijetle, te odredi napon na krajevima žaruljice B u tom slučaju!

RJEŠENJE:

Ključnu informaciju krije podatak da se jakosti struje kroz žaruljicu A smanji:

Ako se jakost struje kroz žaruljicu A smanji odvrtnjem neke druge žaruljice, to može značiti samo da je žaruljica A serijski spojena s nekom kombinacijom preostale tri žaruljice.

Žaruljice C i D mogu biti spojene samo serijski, kako bi njihov sjaj bio manji od sjaja žaruljice B, koji je manji od sjaja žaruljice A. Konačno, dobivamo ovaj strujni krug:



Shema donosi 3 boda ukupno:

žaruljice Z_C i Z_D spojene serijski	1 bod
žaruljica Z_B spojena je paralelno na Z_C i Z_D	1 bod
žaruljica Z_A spojena je serijski sa paralelom koju čine Z_B i (Z_C Z_D)	1 bod

Za odrediti jakost struje kroz žaruljicu B u slučaju kada sve žaruljice svijetle, potrebno je prvo odrediti ukupni otpor strujnog kruga:

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

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

$$R_{BCD} = 12\ \Omega \quad 1 \text{ bod}$$

$$R_{ukupno} = 30\ \Omega \quad 1 \text{ bod}$$

Ako znamo ukupni otpor, možemo dobiti jakost struje u cijelom strujnom krugu:

$$I = \frac{U}{R} \quad 1 \text{ bod}$$

$$I_A = 0,3\ A \quad 1 \text{ bod}$$

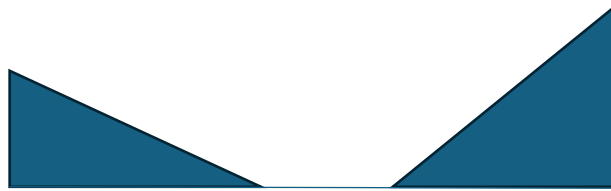
Iz poznatog otpora paralele koju čine žaruljice B, C i D, te jakosti struje, možemo dobiti napon na krajevima paralele, tj. žaruljice B:

$$U_B = I R_{BCD} = 3,6\ V \quad 1 \text{ bod}$$

U slučaju da učenici skiciraju krivi strujni krug, ali dobro izračunaju jakost struje na temelju **svog** strujnog kruga, dodijeliti im 4 boda od 7 mogućih za to (bodovi za formule i njihovo konačno, ali točno za njihov zadani slučaj, rješenje).

4. zadatak (10 bodova)

U skateparku, gdje Toni (mase 60 kg) voli provoditi svoje slobodno vrijeme, postavljena je nova atrakcija, koja se sastoji od dvije kosine različitih visina, kao što je prikazano na slici (koja nije u mjerilu).



Lijeva je kosina visoka 1,5 metar i duga je 4 metra, dok je desna kosina visoka 2,5 metara i jednako je duga kao i lijeva kosina. Između njih nalazi se ravni dio dug 2 metra.

Kada se Toni spusti s vrha lijeve kosine iz mirovanja, i prilikom gibanja se niti jednom ne odrazi nogom o tlo, na drugoj se kosini popne na visinu od 1 metar.

S kolikom bi se početnom kinetičkom energijom Toni trebao početi gibati s vrha lijeve kosine kako bi stigao na vrh desne kosine i tamo se zaustavio, ako bi se od podlogu odgurnuo samo na početku gibanja? Pretpostavimo da na Tonijev skateboard cijelim putem djeluje ista srednja sila trenja.

RJEŠENJA:

Iz podatka o prvoj vožnji, koju Toni započinje iz mirovanja, možemo odrediti iznos srednje sile trenja koja djeluje na njega:

$$E_g = mgh \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_{g1} = E_{g2} + \overline{F}_{tr} \cdot L_1 \quad 1 \text{ bod}$$

Put kojeg je Toni ukupno prešao jednak je cijeloj duljini prve kosine l_1 , duljini druge kosine l_2 , te duljini puta između dvije kosine l_3 .

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \quad 1 \text{ bod}$$

Na drugoj se kosini (visine $H = 2,5 \text{ m}$ i duljine $d = 4 \text{ m}$) Toni popne do visine od $h = 1 \text{ m}$. Da bismo došli do duljine puta l_2 na toj kosini, možemo se poslužiti omjerima:

$$\frac{h}{H} = \frac{l_2}{d} \rightarrow l_2 = 1,6 \text{ m} \quad 2 \text{ boda}$$

$$L_1 = 7,6 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$\overline{F}_{tr} \approx 39,5 \text{ N} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada kada znamo srednju silu trenja koja djeluje na Tonija prilikom gibanja, možemo postaviti novu jednadžbu za drugu vožnju. Kinetička energija koju Toni treba mora biti dovoljna da savlada razliku u visinama početne i konačne pozicije, te silu trenja koja djeluje na Tonija:

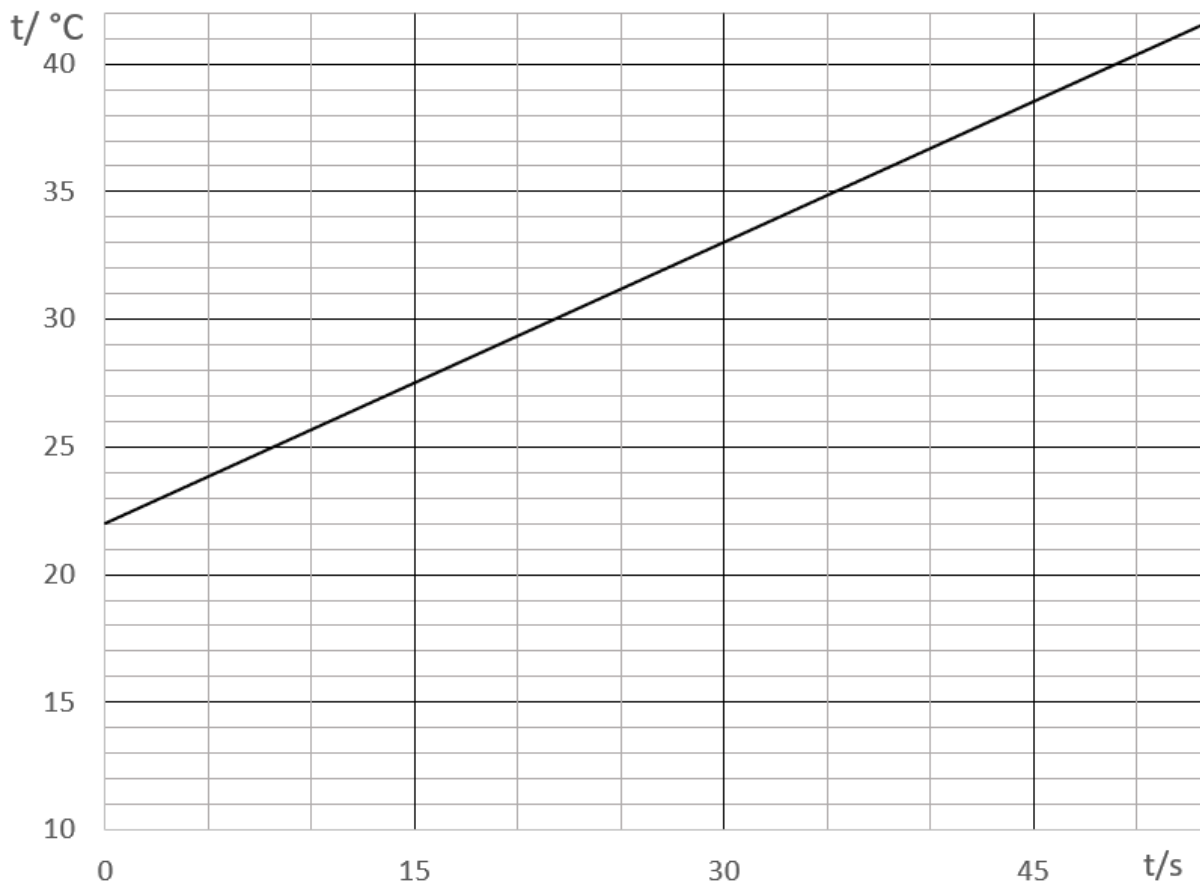
$$E_{g1} + E_K = E_{g3} + \overline{F}_{tr} \cdot L_2 \quad 1 \text{ bod}$$

$$L_2 = 10 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_K = 995 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

5. zadatak (9 bodova)

Električnim kuhalom snage 2000 W učenici su od početne sobne zagrijavali $1,5$ kilogram neke tekućine $1,5$ minutu te su odredili konačnu temperaturu tekućine od $47\text{ }^\circ\text{C}$. Pričekali su da se kuhalo i tekućina ohlade na početnu sobnu temperaturu pa su iz njega odlili $0,5\text{ kg}$ tekućine. Zatim su u preostalu tekućinu u potpunosti uronili metalni uteg, mase $0,5\text{ kg}$, pazeći da ne dodirnu grijač, te ponovili proces grijanja. Svoja su mjerenja prikazali u dijagramu. (Zanemarite gubitke topline na posudu i okolinu.)



Odredi specifični toplinski kapacitet metala spomenutog u zadatku!

RJEŠENJA:

Graf prikazuje zajedničko grijanje tekućine i metala. Da bismo odredili specifični toplinski kapacitet metala, najprije trebamo odrediti specifični toplinski kapacitet tekućine na temelju danih podataka.

Iz grafa iščitamo početnu temperaturu tekućine:

$$t_{\text{poč}} = 22\text{ }^\circ\text{C} \quad 1 \text{ bod}$$

$$\Delta t = 25\text{ }^\circ\text{C} \quad 1 \text{ bod}$$

Specifični toplinski kapacitet tekućine možemo dobiti iz ove jednadžbe.

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

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

$$c_{\text{tekućine}} = 4800\text{ J/kgK} \quad 1 \text{ bod}$$

Da bismo dobili specifični toplinski kapacitet metala, potrebna nam je nova jednadžba:

$$Pt = m_{tekućine}c_{tekućine}\Delta T + m_{metal}c_{metal}\Delta T$$

Očitane dobre točke za pravac: (0 s, 22 °C) i (30 s, 33 °C)

$$c_{metal} \approx 1309 \text{ J/kgK}$$

1 bod

2 boda

1 bod

PRAKTIČNI ZADACI

1. zadatak (14 bodova)

Odredi kako se mijenja napon na krajevima baterije od 4,5 V u ovisnosti o jakosti struje koja teče kroz nju.

- Shemama prikaži sve strujne krugove koje ćeš koristiti. Pripazi da u svakom strujnom krugu baterijom teče struja različite jakosti.
- Navedi svoju pretpostavku o tome što će se dogoditi s naponom baterije ako njome teku struje različite jakosti.
- Provedi 4 mjerenja struje kroz bateriju i napona na krajevima baterije. Svoja mjerenja prikaži tablično.
- Izmjerene podatke prikaži grafički.
- Napiši svoj zaključak o odnosu napona na bateriji i jakosti struje kroz bateriju.

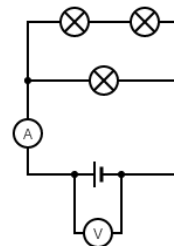
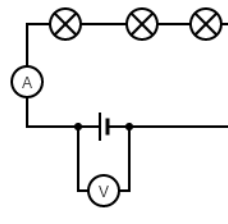
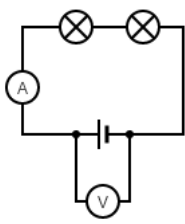
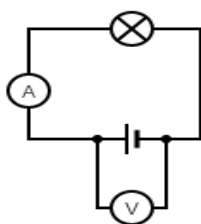
BODOVANJE:

a) Shema

4x1 bod

(ako nema jasno naznačenih mjernih instrumenata u strujnom krugu, bod za taj strujni krug se ne dodjeljuje; boduju se samo sheme za različite jakosti struje kroz bateriju)

Npr.



b) Navedena smisljena pretpostavka

1 bod

(npr. Napon baterije (ne)će se razlikovati ako se razlikuje jakost struje kroz bateriju.)

c) Mjerenja struje i napona

4x1 bod

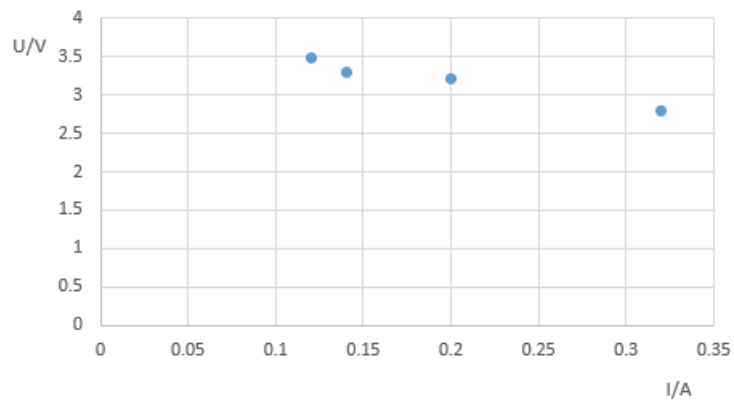
Npr.

I/A	U/V
0.2	3.22
0.14	3.3
0.12	3.48
0.32	2.8

d) Graf –

3 boda

Ako su osi zamijenjene, oduzeti 1 bod



- e) Napon na bateriji ovisi o jakosti struje; što je veća jakost struje kroz bateriju, to će napon na njenim krajevima biti manji. 2 boda
(Za drugi bod je nužno navesti **kako** napon na bateriji ovisi o struji kroz bateriju).

2. zadatak (11 bodova)

Kovanice od 50 centa složi u valjak te ih umotaj u aluminijsku foliju. Taj će valjak biti tvoj uteg. Poveži uteg koncem kako bi se uteg mogao objesiti na dinamometar.

Koristeći dinamometar i uteg odredi gustoću vode!

- Jasno opiši svoj postupak i navedi mjerene veličine.
- Provedi postupak te odredi gustoću vode iz svojeg mjerenja. Rezultat mjerenja prikaži tablično.
- Usporedi svoje mjerenje s tabličnom vrijednosti gustoće vode koja iznosi 1000 kg/m^3 . Razlikuje li se eksperimentalno dobivena vrijednost gustoće vode od tablične vrijednosti? Zašto?

BODOVANJE:

- a) Opis postupka 2 boda
(npr.: Odredi se težina utega izvan vode i težina utega potpuno uronjenog u vodu. Volumen utega izračuna se mjereći ravnalom relevantne veličine.)

- b) Mjerenje težine utega izvan vode i unutar vode 2x1 bod
(za 10 kovanica npr. $G = 0,78 \text{ N}$, $F_{din} = 0,66 \text{ N}$)

Jednadžba sila:

$$F_{dinamometar} = G_{uteg \text{ u zraku}} - \rho g V \quad 2 \text{ boda}$$

Izračun volumena utega: (npr. za 10 kovanica $h = 2,4 \text{ cm}$, $2r = 2,4 \text{ cm}$, $V = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$),

2 boda

Izračun gustoće vode 1 bod
(priznati mjerenja u intervalu od 900 do 1100 kg/m^3)

- c) Usporedba rezultata s tabličnom vrijednosti 1 bod
Navedeni mogući razlozi razlike u rezultatu 1 bod
(npr. neprecizno očitavanje težine utega na dinamometru, krupna skala, neprecizno određivanje dimenzija utega...)