

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH ŠKOLA

ŠK. GOD. 2022./2023.

9. svibnja 2023.

Upute: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristi se kemijskom olovkom ili nalivperom. 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 (10 bodova)

Da bismo na nastavi odredili debljinu jedne molekule, možemo se poslužiti oleinskom kiselinom. Ona je zanimljiva po tome da se, kad se kapne na površinu vode, po njoj raširi što je više moguće, tj. tako da dobijemo jednomolekulski sloj. Debljina mrlje oleinske kiseline u tome slučaju na površini vode jednaka je promjeru samo jedne molekule oleinske kiseline.

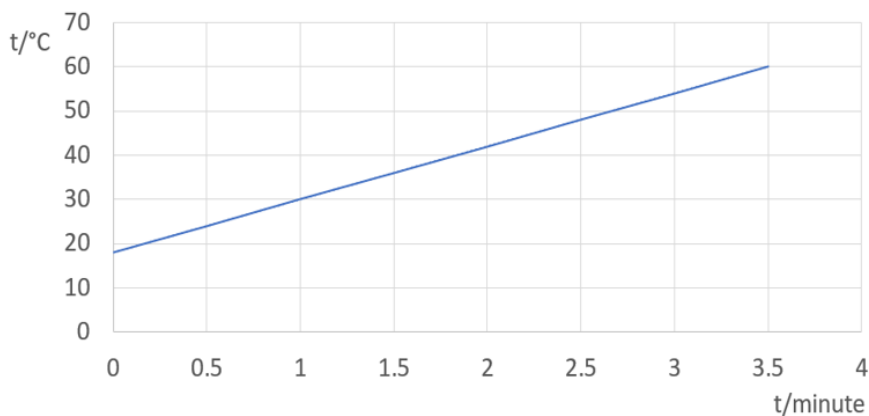
Budući da u jednoj kapljici oleinske kiseline ima jako puno molekula, ako bismo na površinu vode kapnuli samo oleinsku kiselinu, nastala mrlja bila bi ogromna i ne bismo to uspjeli napraviti u razredu. Stoga ćemo upotrijebiti 100 cm^3 otopine oleinske kiseline, u kojoj se nalazi $0,5 \text{ cm}^3$ oleinske kiseline. Ostatak te otopine je alkohol koji se, kad dođe u kontakt s vodom, pomiješa s njom. S pomoću kapaljke odredimo da 50 kapi otopine ima volumen od 1 mL.

Na površinu vode kapnemo samo jednu kapljicu te otopine. Na površini vode stvori se kružna mrlja promjera 40 cm.

Odredi visinu molekulskoga sloja kojega tvori oleinska kiselina. Kolika bi bila površina mrlje ako bismo na mirnu površinu mora kapnuli jednu takvu kap čiste oleinske kiseline?

2. zadatak (10 bodova)

Grijačem zagrijavamo vodu u posudi te se njezina temperatura mijenja kao što je prikazano na grafu.



Istim tim grijačem nastavljamo zagrijavati tu vodu, nakon čega sva voda iz posude ispari. Grijač je sve skupa radio 52 minute, od početka grijanja vode pa sve dok voda nije isparila.

Ako pretpostavimo da je grijač zagrijavao samo vodu, te da nije bilo gubitaka topline na okolinu, odredi koliko je topline po kilogramu vode uloženo da bi sva voda iz posude isparila.

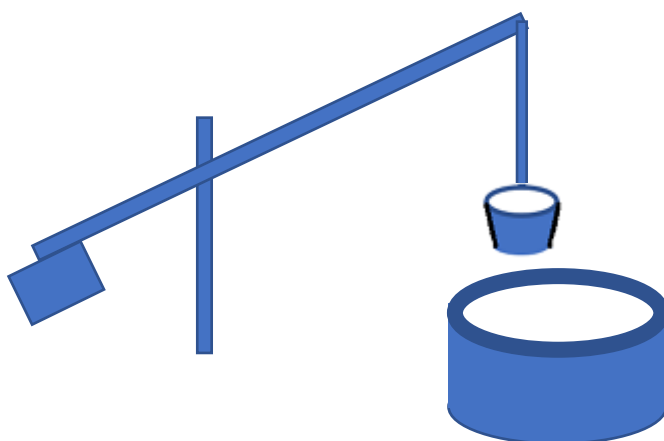
Specifični toplinski kapacitet vode iznosi 4200 J/kgK .

3. zadatak (9 bodova)

Loptica mase 50 g početno miruje na mirnoj površini reketa za ping-pong. Na lopticu potom djelujemo silom za $0,4 \text{ N}$ većom od njezine težine prema gore u trajanju od tri četvrtine sekunde, zbog čega ona ubrza, te se počne gibati uvis. Do koje će se maksimalne visine iznad reketa loptica uspeti? Koliko će joj vremena trebati za to? U svojem proračunu zanemari utjecaj zraka na lopticu.

4. zadatak (9 bodova)

Đeram je naprava za vađenje vode iz bunara koji se može naći u Slavoniji. Sastoji se od duge pokretne grede koja je učvršćena na visoki stup. Na jednome kraju grede nalazi se vjetro, kojim se grabi voda, dok je na drugome kraju grede uteg, koji služi kao protuteža vjetro.



Vjetro ispunjeno vodom ima masu od 17 kg . Greda đerama izrađena je od homogenoga drveta u obliku kvadra, duljine 6 metara, širine 15 cm, visine 1 dm. Ako je greda učvršćena na visoki stup tako da je hvatište utega 3 puta bliže osloncu od hvatišta vjedra, odredi koju je težinu utega potrebno staviti da bi cijeli sustav bio u ravnoteži.

Gustoća drvene grede iznosi 500 kg/m^3 .

5. zadatak (12 bodova)

Četiri prijateljice Leonarda, Hrvojka, Rajka i Saša prijavile su se kao jedna natjecateljska ekipa na Festival robotike u svojem gradu. Zadatak je svim ekipama napraviti električni autić koji može prijeći najdulji ukupni put s novim baterijama dok se one ne isprazne. Ukupni put koji autić može prijeći testirat će mjereći put koji autić prevali na kružnoj stazi olimpijskoga stadiona.

Rajka je nabavila sve potrebne dijelove za autić. Hrvojka i Leonarda sastavile su autić i priključile ga na napon od 27 V. Sastavljeni autić imao je masu od 2,5 kg. Pri pokusnome testiranju autić je vozio 5 minuta. Saša je odredila da između njegovih kotača i podloge postoji faktor trenja od 0,6 dok se autić vozi stalnom brzinom po horizontalnoj podlozi. Mjereći struju u autiću izmjerile su i da je baterijom tekla struja jakosti od 1,6 A. Saša je također na temelju testiranja odredila da je korisnost njihova autića 70 %.

Koliki je put prešao autić na testiranju? Koliki bi ukupni put autić prešao na natjecanju vozeći stalnom brzinom koja je jednaka brzini autića na testiranju ako na bateriji stoji i oznaka 600 mAh?

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE ZA UČENIKE OSNOVNIH ŠKOLA

ŠK. GOD. 2022./2023.

10. svibnja 2023.

Upute: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristi se kemijskom olovkom ili naličperom. 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 (12 bodova)

Ako tijelo uronimo u tekućinu, na njega će ta tekućina djelovati silom uzgona. Na satu fizike učenici žele istražiti o kojim sve veličinama ovisi sila uzgona na tijelo, pa postavljaju različite hipoteze (početne pretpostavke o pojavi postavljene pri početku istraživačkoga procesa koje se trebaju eksperimentalno provjeriti).

Jedna od hipoteza koju su postavili je i ova: sila uzgona na tijelo ovisi o dubini h na kojoj se nalazi donja osnovica tijela. (pritom treba paziti da je osnovica paralelna s površinom vode)

- Opiši pokus koji bi učenici trebali provesti da istraže kako sila uzgona na tijelo ovisi o dubini na kojoj se nalazi donja osnovica tijela.
- Koji bi rezultat pokusa pokazao da je njihova hipoteza točna?
- Provedi pokus te tablično i grafički prikaži svoja mjerenja. Provedi 5 mjerenja.
- Što na temelju svojih rezultata zaključuješ o hipotezi koju su učenici postavili? Je li ova hipoteza podržana?

UPUTA: Volumen svojega utega možeš povećati dodavanjem novčića i/ili plastelina.

2. zadatak (15 bodova)

Usporedi konačne temperature voda ako zagrijavaš 100 mL vode (proces A) i 100 mL vode u kojoj se nalaze novčići od 50 centa (proces B). Vodu i novčiće zagrijavaj na plamenu četiri svjeće.

- Jasno opiši svoj postupak.
- Za svaki opisani proces napravi po tri uzastopna mjerenja, svako u trajanju od dvije minute. Izmjerene podatke prikaži tablično te usporedi konačne temperature voda u procesu A i B.
- Odredi toplinski kapacitet novčića.

Specifični toplinski kapacitet vode je 4200 J/kgK , a gustoća vode 1000 kg/m^3 .

3. zadatak (13 bodova)

U ovome zadatku potrebno je odrediti najveći volumen tekućine koji stane na površinu jednoga novčića.

a) Vodu dodaj na površinu novčića s pomoću kapljica koje stvaraš medicinskom špricom. Napravi po tri mjerenja, zapiši broj kapljica i ukupni volumen vode koji stane na površinu novčića te odredi srednju vrijednost navedenih veličina. Jasno opiši kako mjeriš volumen tekućine koji stane na površinu novčića. Rezultate prikaži tablično

b) U 2 dL vode umiješaj jednu ravnu žlicu praška za pranje rublja. Provedi tri mjerenja te zapiši broj kapljica i ukupni volumen ove vodene mješavine koja stane na površinu novčića.

c) Napiši svoj zaključak o utjecaju vrste tekućine na najveću količinu tekućine koja stane na površinu novčića.

TEORIJA:

1. zadatak (10 bodova)

RJEŠENJE:

Potrebno je u zadatku prepoznati da se, kada se kapljica otopine kapne na površinu vode, dobije valjak. Baza valjka je kružnog oblika, promjera 40 cm, a visina valjka je debljina molekule.

Najprije možemo odrediti volumen jedne kapi otopine:

$$V_{1 \text{ kap otopine}} = \frac{1 \text{ mL}}{50} \quad 1 \text{ bod}$$

$$V_{1 \text{ kap otopine}} = 0,02 \text{ mL} \quad 1 \text{ bod}$$

Nadalje, možemo odrediti udio oleinske kiseline u otopini:

$$\varphi = 0,005 \quad 1 \text{ bod}$$

Iz toga dobijemo volumen oleinske kiseline unutar jedne kapi otopine, tj. volumen mrlje:

$$V_{\text{oleinske kiseline}} = \varphi \cdot V_{1 \text{ kap otopine}} \quad 1 \text{ bod}$$

$$V_{\text{oleinske kiseline}} = 0,0001 \text{ mL} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada možemo odrediti visinu mrlje, tj. nastalog valjka:

$$V_{\text{oleinske kiseline}} = Ah \quad 1 \text{ bod}$$

$$A = r^2 \pi \quad 1 \text{ bod}$$

$$A = 0,13 \text{ m}^2 \quad 1 \text{ bod}$$

$$h = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

Površina nastale mrlje čiste oleinske kiseline na mirnoj površini mora je:

$$A_{\text{oleinske kiseline}} = 25 \text{ m}^2 \quad 1 \text{ bod}$$

2. zadatak (10 bodova)

RJEŠENJE:

Iz grafa ne možemo sa sigurnošću očitati početnu temperaturu vode, no možemo vidjeti da je temperatura vode 30 °C nakon grijanja od jedne minute, a nakon grijanja od 3,5 minute, temperatura vode je 60 °C. Ne znamo snagu grijača, pa će nam ovi podaci pomoći doći do toga:

$$Q_1 = P \cdot \Delta t_1 \quad 1 \text{ bod}$$

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T_1 \quad 1 \text{ bod}$$

Pri tome su:

$$\Delta t_1 = 2,5 \text{ minuta} \quad 1 \text{ bod}$$

$$\Delta T_1 = 30 \text{ °C} \quad 1 \text{ bod}$$

Snaga grijača bit će:

$$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T_1}{\Delta t_1} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada možemo pogledati drugi dio: nastavak zagrijavanja i isparavanje vode. Jednadžba koja opisuje ovaj dio bit će:

$$P \cdot \Delta t_2 = m \cdot c \cdot \Delta T_2 + Q_{\text{isparavanja}} \quad 1 \text{ bod}$$

Budući da ne možemo biti sigurni u početnu temperaturu, vrijeme zagrijavanja ćemo dobiti tako da od ukupnog vremena zagrijavanja oduzmemo 3,5 minute (prikazano na grafu):

$$\Delta t_2 = 52 \text{ minute} - 3,5 \text{ minute} = 48,5 \text{ minuta} \quad 1 \text{ bod}$$

Promjena temperature u drugom slučaju ΔT_2 bit će:

$$\Delta T_2 = 40 \text{ °C} \quad 1 \text{ bod}$$

Da bismo dobili toplinu isparavanja po kilogramu vode, trebamo jednadžbu $P \cdot \Delta t_2 = m \cdot c \cdot \Delta T_2 + Q_{\text{isparavanja}}$ podijeliti s m:

$$\frac{Q_{\text{isparavanja}}}{m} = \frac{P}{m} \cdot \Delta t_2 - c \cdot \Delta T_2 \quad 1 \text{ bod}$$

Na kraju dobijemo:

$$\frac{Q_{\text{isparavanja}}}{m} = 2\,276\,400 \text{ J/kg} \quad 1 \text{ bod}$$

3. zadatak (9 bodova)

Iz poznatih podataka najprije možemo odrediti akceleraciju kojom je loptica mase 50 g ubrzala:

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

$$a = 8 \frac{m}{s^2} \quad 1 \text{ bod}$$

Kada znamo akceleraciju i koliko je dugo tijelo akceleriralo, možemo odrediti kojom brzinom loptica napušta svoj početni položaj:

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

$$\Delta v = 6 \frac{m}{s} \quad 1 \text{ bod}$$

$$v = 6 \text{ m/s} \quad 1 \text{ bod}$$

Kada se loptica počne gibati uvis, njezina akceleracije je jednaka akceleraciji slobodnog pada:

$$a_{usporavanja} = g = 10 \text{ m/s}^2 \quad 1 \text{ bod}$$

Loptica usporava gibajući se prema gore, a vrijeme usporavanja možemo dobiti iz poznate

$a_{usporavanja}$:

$$\Delta t_{uspon} = 0,6 \text{ s} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada možemo odrediti maksimalnu visinu do koje se popela loptica. Za to možemo iskoristiti činjenicu da poznajemo i početnu brzinu i vrijeme usporavanja, što nam može poslužiti da dobijemo v-t dijagram ovog gibanja. U v-t dijagramu površina ispod pravca je pomak (u ovom slučaju i prijeđeni put) loptice:

$$h = \frac{1}{2} \cdot v \cdot \Delta t_{uspon} \text{ (iz v-t dijagrama)} \quad 1 \text{ bod}$$

$$h = 1,8 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

4. zadatak (9 bodova)

Najprije možemo odrediti masu drvene grede:

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

$$V = 0,09 \text{ m}^3 \quad 1 \text{ bod}$$

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

$$m_{\text{greda}} = 45 \text{ kg} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada možemo postaviti jednadžbu zakona poluge:

$$F_{\text{uteg}} \cdot l_{\text{uteg}} = F_{\text{greda}} \cdot l_{\text{greda}} + F_{v+v} \cdot l_{v+v} \quad 1 \text{ bod}$$

Hvatište utega je 3 puta bliže osloncu od hvatišta vjedra, što znači da je:

$$l_{\text{uteg}} = 1,5 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

$$l_{v+v} = 4,5 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

Sila teža na gredu ima hvatište točno na sredini grede. Sredina grede udaljena je od oslonca:

$$l_{\text{greda}} = 1,5 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

Sada imamo sve da odredimo težinu utega:

$$F_{\text{uteg}} = 960 \text{ N} \quad 1 \text{ bod}$$

5. zadatak (12 bodova)

RJEŠENJE:

Autić se giba 5 minuta na stazi, a za to iskoristi električnu energiju:

$$E_5 = \eta U I t \quad 1 \text{ bod}$$

$$E_5 = 9072 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

Navedeno je da se autić giba stalnom brzinom, što znači da su sila trenja i sila motora iznosom jednake:

$$F_{motora} = F_{tr} \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_{tr} = \mu m g \quad 1 \text{ bod}$$

$$F_{tr} = 15 \text{ N} \quad 1 \text{ bod}$$

Iznos obavljenog rada autića prilikom gibanja bit će jednak iskorištenoj energiji:

$$W_5 = E_5 \quad 1 \text{ bod}$$

$$W_5 = F_{motora} \cdot d_5 \quad 1 \text{ bod}$$

$$d_5 = 604,8 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

Ukupna energija koju bi takva baterija mogla dati u sat vremena je:

$$E_{pohranjeno} = U I t = 58\,320 \text{ J} \quad 2 \text{ boda}$$

$$E_{iskoristivo} = 40\,824 \text{ J} \quad 1 \text{ bod}$$

Autić bi, ako bi se gibao na jednak način, na natjecanju mogao odvoziti:

$$s = \frac{E_{iskoristivo}}{F_{motora}} = 2721,6 \text{ m} \quad 1 \text{ bod}$$

1.praktični zadatak (12 bodova)

RJEŠENJE:

a) opis pokusa (dinamometrom mjerimo težinu tijela koje se postupno uranja u tekućinu. Postupak se nastavlja i kada je tijelo u potpunosti uronjeno u tekućinu) 1 bod

b) Ako bi se očitavanje na dinamometru smanjivalo što je donja osnovica tijela na većoj dubini, čak i kada je tijelo u potpunosti uronjeno u tekućinu, njihova bi hipoteza bila točna. 2 boda

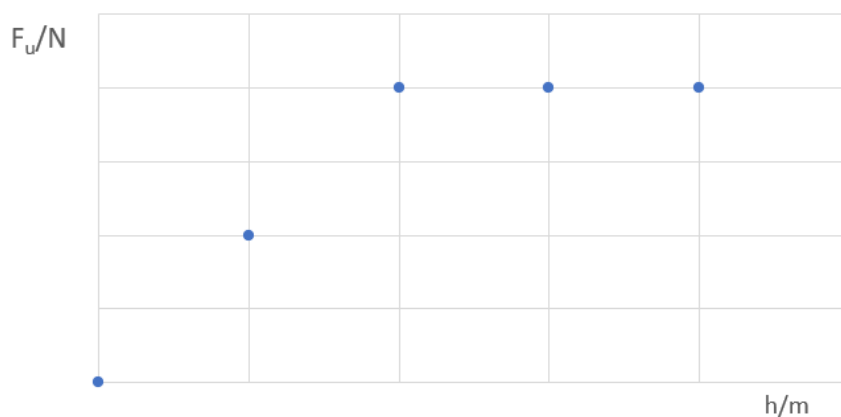
c) primjer tablice:

mjerenje	dubina na kojoj se nalazi donja osnovica tijela	$F_{dinamometar}/N$	F_u/N
	0		0
	visina tijela/2		
	visina tijela		
	visina tijela + h_1		
	visina tijela + h_2		

Provedeno 5 mjerenja (3 mjerenja svakako moraju biti provedena s tijelom u potpunosti uronjenim u tekućinu) 5x1 bod

Graf 2 boda

(oduzeti po 1 bod ako su osi zamijenjene ili ako su točke spojene)



d) Hipoteza koju su učenici postavili nije (u potpunosti) podržana. Ako je tijelo u potpunosti uronjeno, daljnje uranjanje ne mijenja iznos sile uzgona na to tijelo. 2 boda

2.praktični zadatak (15 bodova)

a) opis mjerenja (ista količina vode, isto vrijeme zagrijavanja, ista visina čaše s vodom iznad svijeća, ista početna temperatura vode) 2 boda

b) primjer tablice

Broj mjerenja	Vrijeme zagrijavanja/s	Temperatura vode/°C	Temperatura vode u kojoj su bili novčići/°C
1	120		
2	240		
3	360		

Mjerenja

3x2 boda

Usporedba rezultata: čista voda za isto vrijeme zagrijavanja ima veću konačnu temperaturu 1 bod

c) Određivanje toplinskog kapaciteta novčića:

$$P \cdot t = m_v \cdot c_v \cdot \Delta T_A \quad 1 \text{ bod}$$

$$P \cdot t = m_v \cdot c_v \cdot \Delta T_B + C_n \cdot \Delta T_B \quad 1 \text{ bod}$$

(važno je da vremena zagrijavanja budu jednaka kako bismo mogli odrediti toplinu koju daju svijeće)

Izračunate tri vrijednosti toplinskog kapaciteta novčića

3x1 bod

(ako je točno izračunat specifični toplinski kapacitet, dodijeliti samo 1 bod za sva tri iznosa)

Izračunata srednja vrijednost toplinskog kapaciteta novčića:

C_n u intervalu od 50 do 90 J/K

1 bod

3.praktični zadatak (13 bodova)

a) opis mjerenja volumena: razlika početnog i konačnog volumena u šprici

1 bod

primjer tablice:

mjerenje	broj kapljica vode	volumen vode/mL
1		
2		
3		
Srednja vrijednost:		

Mjerenje broja kapljica i volumena

3x1 bod

Određena srednja vrijednost broja kapljica

1 bod

Određena srednja vrijednost volumena

1 bod

b) primjer tablice:

mjerenje	broj kapljica smjese	volumen smjese/mL
1		
2		
3		
Srednja vrijednost:		

Mjerenje broja kapljica i volumena

3x1 bod

Određena srednja vrijednost broja kapljica

1 bod

Određena srednja vrijednost volumena

1 bod

c) napisan zaključak (usporedba rezultata pod *a* i *c* i spomenuta površinska napetost tekućine; površinska napetost vode je veća od površinske napetosti vode s umiješanim praškom)

2 boda