

Županijsko natjecanje iz fizike 2025./2026.

Srednje škole – 2. skupina

VAŽNO: Tijekom ispita učenici ne smiju imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule i dr.). Za pisanje treba se koristiti kemijskom olovkom ili nalivperom. Učenici pri ruci ne smiju imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

1. zadatak (7 bodova)

Primijećeno je da ako cilindrično tijelo napravljeno od jednog materijala postavimo da pluta u tekućini tako da mu je os simetrije vertikalno orijentirana, $\frac{1}{3}$ njegove visine bude ispod površine tekućine.

Ako zamijenimo polovicu prvotnog materijala cilindra s drugim te tako modificirani cilindar uronimo na isti način u istu tekućinu, on pak pluta s $\frac{2}{3}$ visine ispod površine tekućine. Odredite omjer gustoća prvog i drugog materijala.

2. zadatak (7 bodova)

Pri trenutačnom kvaru ventila vakuumskeg sustava u laboratoriju u postav ukupnog volumena 10 litara u kratkom vremenu ulazio je zrak. Ako je odmah poslije kvara utvrđeno da je tlak u postavu 1 milijatmosfera, odredite koliko je mola plina ušlo u sustav.

Pretpostavite da je u početnom trenutku postav ispunjen s 0.1 milimola zraka temperature 10 kelvina, da se zrak može opisati kao idealni plin i da se ulazak zraka u postav odvija kao slobodna ekspanzija plina (pri slobodnoj ekspanziji plin ne izmjenjuje toplinu s okolinom niti vrši rad). Pretpostavite i da je ambijentalna temperatura zraka 25 stupnjeva Celzijeva te da je tlak od 1 milijatmosfere očitao tek nakon što se novopridošli zrak termalizirao s onim koji je u postavu bio i prije, no ne i sa stijenkama postava.

3. zadatak (13 bodova)

Složeni pneumatički amortizer sastavljen je od cilindrične komore ispunjene jednoatomnim idealnim plinom, koja na jednom svom kraju ima bezmaseni klip. Klip u komori može kliziti bez trenja te je s drugim krajem komore spojen preko idealne opruge konstante 12 kN/m .

U procesu testiranja amortizer se fiksira za horizontalnu podlogu te se prema njegovu klipu lansira blok mase 10 kg brzinom 72 km/h . Nakon što je blok dotaknuo klip, u trenutku kada se on trenutačno prestao gibati, primijećeno je da se klip pomaknuo za točno polovicu početne duljine komore. Odredite duljinu komore u početnom trenutku.

U početnom trenutku opruga je opuštena te je volumen plina (koji odgovara volumenu komore) jednak 5 litara , a klip miruje. Zanimarite toplinski kapacitet opruge te pretpostavite da se sudar odvije tako brzo da plin ne stigne izmijeniti toplinu s okolinom. Dodatno, pretpostavite da je atmosferski tlak jednak jednoj atmosferi. Blok je takvih dimenzija da prilikom sudara s klipom ne dira stijenke komore amortizera te on po podlozi klizi bez trenja.

4. zadatak (10 bodova)

Grof Rumford je krajem 18. stoljeća izveo pokus kojim je pokazao da je teorija kalorika u termodinamici pogrešna. Proučite postav inspiriran njegovim pokusom koji se sastoji od cilindričnog bloka mjedi mase 4 tone posve uronjenog u cilindričnu bačvu ispunjenu vodom. Blok je uronjen tako da se njegov vrh nalazi 15 cm ispod površine vode. U bloku se u jednom trenutku počne bušiti rupa kako bi se proizvela topovska cijev. Nakon 10 sati bušenja primijećeno je da voda ključa te da se razina vode spustila za 2 cm .

a) Odredite koliko je topline oslobođeno procesom bušenja. Bačva je promjera 65 cm te je početni stupac vode u njoj visok 2 m . Uzmite da je početna temperatura i mjedi i vode jednaka 35 stupnjeva Celzijevih te da su temperature vode i sve mjedi uvijek jednake. Zanimarite toplinski kapacitet svrdla i bačve te sve toplinsko širenje. Pretpostavite da nema nikakvih gubitaka energije, da se sva toplina stvorena bušenjem prenosi isključivo na mjedeni blok i vodu te da sve strugotine mjedi koje nastaju bušenjem ostaju unutar bačve, potopljene u vodi.

b) Odredite prosječnu snagu bušilice te zaključite koliki je najmanji broj konja koji su morali biti upregnuti kako bi se pogonilo bušilicu. Pretpostavite da jedan konj u prosjeku proizvodi jednu konjsku snagu koja odgovara 745 W . Specifični toplinski kapacitet mjedi je 400 J/kgK , dok je specifični toplinski kapacitet vode 4190 J/kgK . Gustoća vode je 1000 kg/m^3 , a mjedi 8500 kg/m^3 . Latentna toplina isparavanja vode je 2.26 MJ/kg .

5. zadatak (13 bodova)

Radni ciklus toplinskog stroja, čija je radna tvar jednoatomni idealni plin, može se sastojati od jedne adijabatske, jedne izohorne i jedne izobarne promjene. Skicirajte sve moguće kružne procese koji mogu pogoniti ovaj stroj u p - V dijagramima. Naznačite koje promjene stanja odgovaraju kojemu dijelu dijagrama te u kojemu se smjeru odvijaju procesi. Odredite omjer korisnosti procesa s najvećom i najmanjom korisnosti ako je poznato da se u svim procesima u izobarnoj promjeni volumen plina promijeni za faktor 2.

Fizikalne konstante:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$p_{atm} = 1 \text{ atm} = 101300 \text{ Pa}$$

$$T_0 = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R = 8.314 \text{ J/Kmol}$$