

VAŽNO: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristi se kemijskom olovkom ili naliveperom. Pri ruci ne smiješ imati mobitel ni ikakve druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

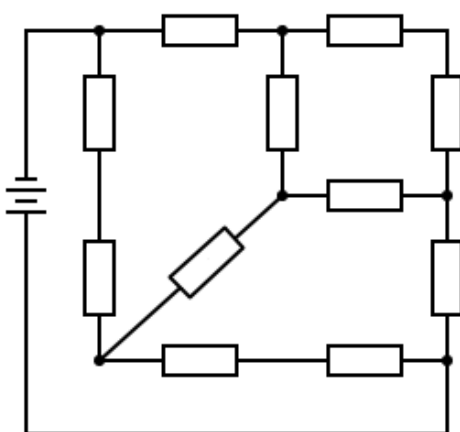
1. zadatak (20 bodova)

Jedanaest identičnih cilindričnih otpornika nepoznatoga otpora početne temperature 20°C spoje se svojim bazama na spojne žice u sklop prikazan na slici, u kojemu naponski izvor uvijek daje napon od 240 V. Odredi, u početnome trenutku, omjer otpora sklopa i otpora pojedinoga otpornika.

Ako je poznato da ta vrsta otpornika doživi katastrofalni kvar (pregori) na temperaturi od 770°C , odredi koji će otpornik/otpornici prvi pregorjeti i koliko je naboja do toga trenutka proteklo kroz svaki od pregorjelih otpornika. Pri računu pretpostavi da svi otpornici imaju isti otpor i da je on jednak početnomu, odnosno zanemari razlike u otporu pojedinih otpornika koje su posljedica zagrijavanja.

Konačno, odredi omjer otpora sklopa nakon pregaranja prvih otpornika i početnoga otpora pojedinoga otpornika. Ovdje uzmi u obzir zagrijavanje te pretpostavi da su svi otpornici koji nisu pregoreli temperature 760°C .

Poznate su sljedeće specifikacije: toplinski kapacitet otpornika je 0.4 J/K , a koeficijent linearnoga toplinskog širenja $1.7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Pretpostavi da spomenute specifikacije i otpornost materijala od kojega je napravljen otpornik ne ovise o temperaturi, da se sva električna snaga koja se razvija na otporniku pretvara u toplinu, da su toplinski gubici otpornika zanemarivi te da pregoreni otpornik ne vodi električnu struju.



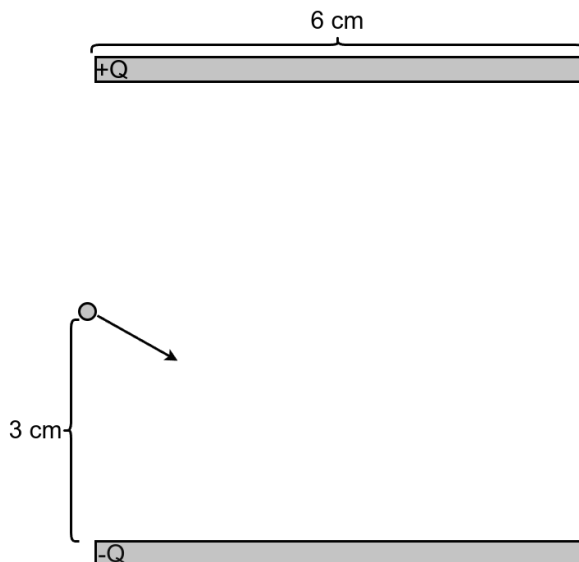
2. zadatak (15 bodova)

Pomični klip zanemarive debljine dijeli toplinski izoliranu komoru konstantnoga poprečnog presjeka dugu 36 cm na dva dijela i može po njoj kliziti bez trenja. Lijeva strana komore ispunjena je jednim molom dvoatomnoga idealnog plina temperature 500 K, a desna strana s nepoznatim brojem čestica jednoatomnoga idealnog plina temperature 400 K. Savršena opruga konstante elastičnosti 30 N/m učvršćena je za lijevi zid komore i klip. U početnome trenutku dopustimo izmjenu topline između dvaju dijelova komore kroz klip te njega pustimo da se giba (prije početnoga trenutka smo ga morali držati fiksiranim, jer tlakovi nisu bili jednaki). Odredi konačnu temperaturu sustava ako je opruga u početnome trenutku bila opuštena i duljine 24 cm (to je, dakle, ujedno i udaljenost lijevoga zida i komore), a u konačnom 18 cm. Pretpostavi da nema nikakvih gubitaka energije te da se u gibanju opruga nikad nije potpuno sabila.

3. zadatak (18 bodova)

Dan je pločasti kondenzator čije su plohe kvadrati duljine stranice 6 cm, što je ujedno i udaljenost među njima. Na polovici te udaljenosti, kao na slici, negativno nabijena čestica nepoznate mase i nepoznatoga iznosa naboja ulijeće između ploča kondenzatora, a time i u njegovo električno polje, tako da joj je vektor brzine usmjeren pod nekim kutom prema negativno nabijenoj ploči. Odredi omjer iznosa naboja i mase čestice te omjer promjene kinetičke energije čestice i njezine početne kinetičke energije ako je utvrđeno da, kad se naboj ploča kondenzatora održava na 0.03 nanokulona, promatrana čestica taman promaši negativno nabijenu ploču.

Dodatno, poznato je da bi, kad kondenzator ne bi bio nabijen, čestica, prešavši put od 5 cm za 10 nanosekunda od ulaska u prostor između ploča, udarila u ploču. Pretpostavi da je cijeli postav u vakuumu te da električno polje nabijenoga kondenzatora ispunjava cijeli prostor između ploča i da je ono savršeno homogeno. Zanemari gravitaciju. Permitivnost vakuumu jednaka je $8.854 \cdot 10^{-12}$ C/Vm.



4. zadatak (17 bodova)

Dva identična cilindrična spremnika stoje na horizontalnoj podlozi i ispunjena su do iste visine idealnim fluidom, a povrh njega drugim, dvostruko rjeđim, idealnim fluidom tako da je razlika u ukupnim visinama tekućina u spremnicima 70 cm. U jednome trenutku jedan se spremnik probuši na visini 10 cm od dna, a drugi na visini 20 cm, što je niže od razine gušćega fluida, pri čemu su dimenzije rupa nepoznate i ne nužno jednake. Ako je poznato da je protok kroz rupe jednak te da je omjer udaljenosti na koju na podlogu pada mlaz iz spremnika s višom rupom i udaljenosti na koju pada mlaz iz spremnika s nižom rupom jednak η , odredi formulu za brzinu mlaza iz rupa. Koristeći se prethodno izvedenom formulom, zaključi koje su kombinacije vrijednosti parametra η i ukupne visine fluida u spremnicima fizikalne i izračunaj početne brzine mlazova za $\eta = 2$. Rjeđi fluid dolijeva se u oba spremnika osiguravajući da je protok kroz rupe neovisan o vremenu, zanemari promjenu količine gibanja dolivenoga fluida te energiju koja se troši na njegovo ubrzavanje.

Fizikalne konstante:

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

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

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