

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE – 8.– 11. 5. 2023.

Srednje škole – 2. skupina

VAŽNO: 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.**

1. zadatak (20 bodova)

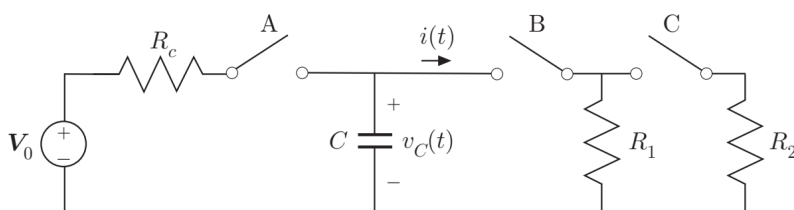
Tijelo načinjeno od materijala gustoće $\rho_t = 5\rho_{vode}$ potpuno je uronjeno u posudu napunjenu vodom i pušteno je nultom početnom brzinom s visine h u odnosu na dno posude. Zbog sile viskoznog trenja (pretpostavi da je ona konstantna tijekom gibanja) tijekom spuštanja tijelo izgubi 8 % svoje početne energije stižući do dna brzinom $v = 2$ m/s. Izračunaj vrijednost h . (Dimenzije tijela zanemarive su u odnosu na visinu h .)

2. zadatak (20 bodova)

Pozivajući se na strujni krug na slici, odredi izraze $i(t)$ i $v_C(t)$ (za $-T/2 < t < 4T$) i grafički skiciraj njihov vremenski tijek. Izračunaj vrijednosti $i(t)$ i $v_C(t)$ u trenutku $t = 2T$. Redoslijed rada prekidača A, B i C je sljedeći:

vrijeme	A	B	C
$-\infty < t < 0$	zatvoren	otvoren	otvoren
$0 \leq t < T$	otvoren	zatvoren	otvoren
$t \geq T$	otvoren	zatvoren	zatvoren

Vrijednosti su: $V_0 = 5$ V, $R_C = 1$ k Ω , $R_1 = 1$ k Ω , $R_2 = 580$ Ω , $C = 1$ mF, $T = 1$ s.



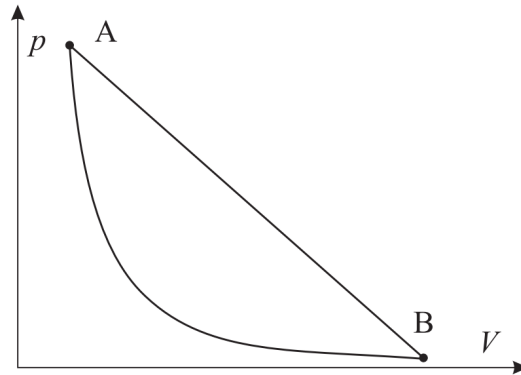
Napomena: vremenska ovisnost napon na kondenzatoru kapaciteta C , koji je prethodno spojen na bateriju napona V_0 i koji je nakon toga (bez baterije) spojen na otpornik R , glasi:

$$v_C(t) = V_0 \cdot e^{\frac{-t}{\tau}},$$

pri čemu τ predstavlja vremensku konstantu i vrijedi $\tau = RC$. U slučaju više otpornika u strujnome krugu R predstavlja ekvivalentni otpor spojenih otpornika prema kontaktima kondenzatora. I dalje vrijedi Ohmov zakon za RC strujni krug $v_C(t) = i(t)/R$.

3. zadatak (15 bodova)

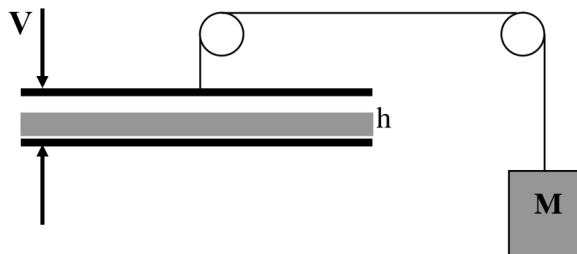
Jednoatomski plin prolazi kroz kružni termodinamički proces prikazan na slici. Sve su procesi su kvazi-statični. Sustav je u početku u stanju A i prolazi kroz ekspanziju predstavljenu ravnom linijom u V - p grafu dok ne dođe u stanje B. Odatle se vraća u početno stanje s pomoću adijabatske kompresije. Dane su sljedeće vrijednosti: $V_A = 3 \text{ dm}^3$; $p_A = 3.36 \text{ kPa}$; $V_B = 24 \text{ dm}^3$.



- Izračunaj vrijednost p_B
- Odredi jednačbu pravca koji opisuje proces od A do B pišući ga u obliku $p = mV + q$. Izračunaj vrijednosti m i q .
- Odredi volumen i tlak u stanjima u kojima sustav postiže maksimalnu i minimalnu temperaturu.
- U procesu A u B sustav prvo apsorbira toplinu do nekoga međustanja Y, a zatim otpušta toplinu do B. Izračunaj V_Y i p_Y .
- Izračunaj učinkovitost toplinskoga stroja koji izvodi ovaj ciklus.
- Izračunaj učinkovitost koju bi isti sustav postigao da izvodi Carnotov ciklus s iste maksimalne i minimalne temperature

4. zadatak (15 bodova)

Dvije ravne metalne ploče površine 0.8 m^2 okrenute su jedna prema drugoj na udaljenosti $h = 4 \text{ mm}$ i tako tvore ravni kondenzator. Kondenzator nabijemo naponom V . Donja ploča je nepomična, a gornju u mehaničkoj ravnoteži održava uteg mase $M = 0.8 \text{ kg}$, kao što je prikazano na slici. U početku između ploča nema dielektrika.



- Izračunaj kapacitet kondenzatora zanemarujući rubne efekte.
- Zanemarujući mase ploča, užeta i kolotura izračunaj napon V pri kojemu je sustav u ravnoteži.

c) Ako se nakon blokiranja kolotura i spajanja kondenzatora na generator napona s konstantnim potencijalom V , između ploča umetne dielektrik debljine $d = 2 \text{ mm}$ i relativne dielektrične konstante $k = 2.5$, izračunaj novi kapacitet.

d) U ovome novom stanju odredi je li se sila između ploča promijenila i koliko.

Fizikalne konstante:

$R = 8.31 \text{ J/K mol}$, $P_{atm} = 1 \text{ atm} = 101300 \text{ Pa}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $\rho_{voda} = 1000 \text{ kg/m}^3$