

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.

Srednje škole – 2. grupa

1. zadatak (19 bodova)

Cilindrična posuda visine 1 m i poprečnog presjeka dna 500 cm^2 napunjena je vodom. Na njenom dnu napravljen je malen otvor površine 0.5 cm^2 .

- a) Koliko je vremena potrebno da se posuda posve isprazni?
- b) Do koje će se visine spustiti nivo vode nakon prvih 40 sekundi pražnjenja?
- c) Ista takva posuda stavljena je u lift koji se najprije 20 s ubrzava prema gore akceleracijom od 4 m/s^2 , a zatim usporava 20 s deceleracijom od -4 m/s^2 . Do koje visine će se spustiti nivo vode nakon tih 40 sekundi?

Viskoznost vode zanemarite.

2. zadatak (17 bodova)

Najjednostavniji model Sunca (mase $M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ i polumjera $R = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$) pretpostavlja da njegova gustoća raste linearno od minimalne na površini ($\rho_{\min} = 0 \text{ kg/m}^3$) do maksimalne u njegovu središtu (ρ_{\max}). Ukupna masa Sunca od njegova središta do udaljenosti r od njegova središta u ovom se modelu računa iz:

$$M(r) = \frac{4\pi}{3} \rho_{\max} r^3 \left(1 - \frac{3r}{4R} \right).$$

- a) Iz zadanih veličina (M i R) izračunajte ρ_{\max} u ovom modelu.
- b) Promotrite dio volumena Sunca oko polovice njegovog polumjera, između $r_1 = 3.50 \cdot 10^5 \text{ km}$ i $r_2 = 3.51 \cdot 10^5 \text{ km}$ od središta Sunca. Pretpostavite da je za promatrani volumen promjena polumjera dovoljno malena da je gustoća konstantna. Kolika je razlika tlakova između točaka r_1 i r_2 ? Pretpostavite nadalje da je razlika tlakova jednaka izračunatoj vrijednosti za svaki $\Delta r = 10^3 \text{ km}$ i izračunajte tlak u središtu Sunca (ovo je vrlo loša aproksimacija pa je rezultat samo grubo točan).
- c) Pretpostavite da je materija od koje je građeno Sunce idealni plin i koristeći izračunati tlak odredite temperaturu u Sunčevu središtu. Sunce se sastoji od približno 74% vodika, 25% helija i 1% kisika (dani su maseni postoci).

3. zadatak (17 bodova)

Između ploča ravnog kondenzatora (koje imaju površinu $S = 100 \text{ cm}^2$) nalazi se izolator čija je relativna permitivnost jednaka $\varepsilon_r = 3$. Na temperaturi $t_1 = 15^\circ\text{C}$ kapacitet kondenzatora je $10 \text{ }\mu\text{F}$, a površine ploča i izolatora su posve jednake, pa izolator potpuno popunjava prostor između ploča. Koliki će biti kapacitet ovog kondenzatora na temperaturi $t_2 = 30^\circ\text{C}$ ako su koeficijenti linearnog toplinskog rastezanja za ploču $\alpha_p = 2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, a za izolator $\alpha_i = 8 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Pretpostavite da se relativna permitivnost izolatora ne mijenja s temperaturom. Nadalje, udaljenost među pločama je fiksirana pa se također ne mijenja s temperaturom (tj. izolator se ne može širiti u smjeru okomitom na ploče kondenzatora).

DRŽAVNA SMOTRA I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Poreč, 8. - 11. svibnja 2008.

4. zadatak (17 bodova)

Četiri su kondenzatora ($C_1 = 4 \mu\text{F}$, $C_2 = 3 \mu\text{F}$, $C_3 = 2 \mu\text{F}$, $C_4 = 1 \mu\text{F}$) spojena na četiri istosmjerna izvora ($U_1 = 50 \text{ V}$, $U_2 = 60 \text{ V}$, $U_3 = 70 \text{ V}$, $U_4 = 80 \text{ V}$) kao na slici A (obratite pažnju na polaritet svakog od izvora). Potom su odspojeni

od izvora i (bez pomicanja i okretanja) spojeni kao na slici

B. Izračunajte ravnotežni naboj i napon na svakom od kondenzatora na slici B. Koliki je ukupan naboj protekao kroz točku T pri prespajanju kondenzatora sa sheme A na B?

