

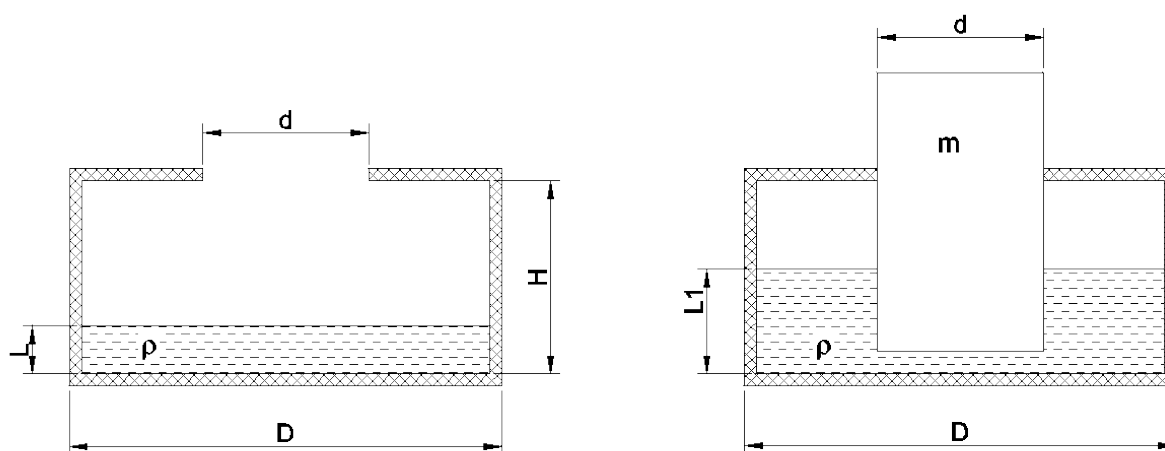
# DRŽAVNO NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

Brodarica, 25. - 28. travnja 2016.

Srednje škole – 2. skupina

## 1. zadatak (17 bodova)

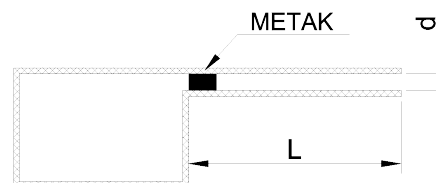
U cilindričnoj posudi nalazi se tekućina gustoće  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Dno posude je promjera  $D = 0.4 \text{ m}$ , a otvor na vrhu je promjera  $d = 0.1 \text{ m}$ . U posudu se polako stavi klip. Trenje između klipa i posude zanemarite, pretpostavite savršeno brtvljenje i izotermnu promjenu zraka prilikom spuštanja klipa. Konačni položaj mirnog i neopterećenog klipa prikazan je na desnoj slici. Izračunajte masu klipa. Atmosferski tlak iznosi  $100\,000 \text{ Pa}$ ,  $H = 0.28 \text{ m}$ ,  $L = 0.14 \text{ m}$ ,  $L_1 = 0.15 \text{ m}$ .



## 2. zadatak (20 bodova)

Kod zračnih pušaka se za ispaljivanje metka koristi zrak pod visokim tlakom koji se prilikom okidanja ostvari u spremniku iza metka te uzrokuje gibanje metka prema vani. Na slici je prikazana pojednostavljena skica zračne puške u trenutku ispaljivanja metka. Volumen spremnika iza metka, u kojem je stlačen zrak pod tlakom 10 puta većim od atmosferskog, je  $V_1 = 6 \text{ cm}^3$ .

- Izračunajte brzinu metka na izlazu iz cijevi
- Pretpostavite da se duljina cijevi puške može mijenjati. Za koju duljinu bi se dobila najveća brzina metka? Svi ostali parametri se ne mijenjaju. Koliko iznosi maksimalna brzina?



Pretpostavite da je zrak idealni plin i da je tijekom ispaljivanja ekspanzija adijabatska. Zanemarite trenje. Duljina cijevi je  $L = 0.48 \text{ m}$ . Promjer cijevi (kalibar) je  $4.5 \text{ mm}$ . Adijabatska konstanta za zrak iznosi  $1.4$ . Masa metka je  $0.8 \text{ g}$ . Duljina metka u odnosu na duljinu cijevi je zanemariva. Atmosferski tlak iznosi  $10^5 \text{ Pa}$ .

# DRŽAVNO NATJECANJE MLADIH FIZIČARA

Brodarica, 25. - 28. travnja 2016.

## 3. zadatak (15 bodova)

Elektronski top emitira tanak i vremenski stalan snop elektrona. Za ubrzavanje se koristi razlika potencijala 50 kV. Snop udara okomito na učvršćenu neutralnu metalnu kuglu u kojoj se elektroni zaustave. Središte kugle udaljeno je 0.5 m od topa. 100 sekundi nakon početka emitiranja elektrona, temperatura kugle poraste za  $\Delta t$ .

a) Odredite  $\Delta t$  ako je jakost struje snopa elektrona  $0.3 \mu\text{A}$

b) Odredite za koliko je porasla temperatura kugle 1 ns nakon uključivanja topa

Pretpostavite da se elektroni odvoje s kugle preko uzemljenja i da pri tome nema izmjene topline. Cijeli sustav se nalazi u vakuumu. Polumjer kugle je 0.005 m, gustoća je  $2700 \text{ kg/m}^3$ , specifični toplinski kapacitet je  $900 \text{ J/(kgK)}$ . Zanemarite relativističke učinke.

Naboj elektrona je  $-1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , a masa  $9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

## 4. zadatak (18 bodova)

Između tri jednake paralelne metalne ploče stavi se dielektrik čija je dielektrična konstanta  $\epsilon_r$ . Vanjske ploče spojene su na bateriju napona  $U$ . Razmak između susjednih ploča je  $D$ , duljina umetnutog dijela dielektrika je  $x$ , visina i širina ploča je  $L$ .

a) Odredite kapacitet sustava prikazanog na lijevoj slici

b) Ako se svaki dielektrik pomakne za  $\Delta x$  prema središtu (lijevi dielektrik se spusti, a desni podigne za  $\Delta x$  kao na desnoj slici), odredite kapacitet sustava

c) Odredite za koliko se promijenila energija sustava zbog pomicanja dielektrika za  $\Delta x$ . Vanjske ploče su cijelo vrijeme spojene na bateriju

d) Odredite za koliko bi se promijenila energija ovakvog sustava zbog pomicanja dielektrika za  $\Delta x$  ako se, prije pomicanja dielektrika, metalne ploče odspoje od baterije

Sve tražene vrijednosti izrazite pomoću zadanih veličina.

