FO ČR

Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 46. ročníku FO kategorie A

1. Pokusy s trubicí

Všechny následující děje se odehrávají za stálé teploty t, atmosférického tlaku p_a a nebudeme při jejich zkoumání uvažovat vliv povrchového napětí, ani vypařování kapaliny. Vzduch budeme považovat za ideální plyn, pro který platí stavová rovnice. Vše se odehrává v úzké trubici délky H s otevřenými konci.

a) Trubici na horním konci uzavřeme a ponoříme svisle do kapaliny hustoty ϱ tak, že je právě celá ponořená. Určete do jaké vzdálenosti d od dolního konce vystoupí kapalina v trubici.

b) Z trubice ponořené v kapalině vypustíme trochu vzduchu. Tak do trubice vnikne více kapaliny. Když ji vytáhneme ven, zůstane v dolní části sloupec výšky h. Trubici převrátíme. Určete vzdálenost Δh mezi horním volným ústím trubice a horním koncem sloupce kapaliny v trubici, tj. o kolik se posune sloupec kapaliny v trubici při převrácení. (Trubice je tak malého průměru, že kapalina neproteče kolem bubliny vzduchu dolů.)

c) Určete délku x sloupce kapaliny, který by po vytažení trubice měl v ní zůstat, aby posun Δx při převrácení byl největší možný. Pak určete posun Δx.

Úlohy řešte obecně a pak pro číselné hodnoty

$$H = 1{,}000\ \mathrm{m},\ p_\mathrm{a} = 1{,}000 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa},\ h = 0{,}100\ \mathrm{m},\ g = 9{,}81\ \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}.$$

Jako kapalinu uvažujte 1) vodu … $\varrho_1 = 1\,000\ \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^{-3}$,
2) rtuť … $\varrho_2 = 13\,546\ \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^{-3}$.

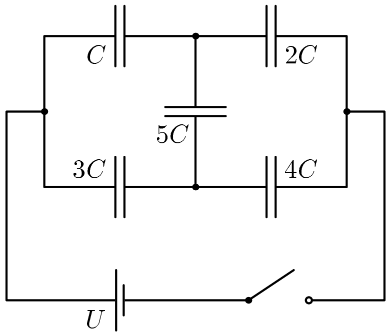
2. Kondenzátorová síť

Ke zdroji o svorkovém napětí U připojíme podle obr. 1 soustavu pěti kondenzátorů o kapacitách C, $2C$, $3C$, $4C$ a $5C$.

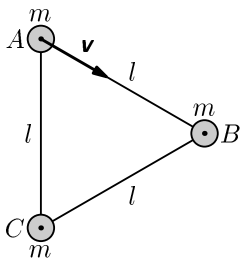
a) Jaké náboje se vytvoří na jednotlivých kondenzátorech a jaké na nich bude napětí?

b) Který kondenzátor bude mít největší energii?

c) Daná soustava kondenzátorů se navenek chová jako jediný kondenzátor o kapacitě C_v. Určete její velikost.



Obr. 1



Obr. 2

3. Klouzačka

Po vodorovné ledové ploše klouže bez tření soustava tří malých koulí o hmotnosti m spojená dráty o zanedbatelné hmotnosti do tvaru rovnostranného trojúhelníka o straně l (obr. 2). V určitém okamžiku se koule A pohybuje rychlostí $\boldsymbol{v}$ ve směru AB a okamžitá rychlost koule B je rovnoběžná s přímkou BC. Určete

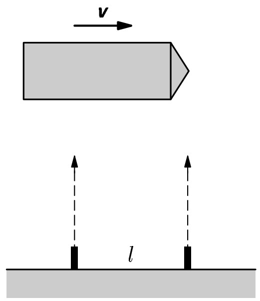
a) okamžité rychlosti koulí B a C a těžiště soustavy T,

b) úhlovou rychlost soustavy,

c) velikosti sil, kterými jsou namáhány dráty spojující koule.

4. Úloha ze sci-fi o hvězdných válkách

Rozměrná kosmická loď válcového tvaru prolétá stálou rychlostí $v = 0{,}6c$ kolem planetky, na které je umístěna baterie dvou paralelních laserových děl namířených kolmo ke směru pohybu lodi. Děla jsou umístěna ve vzájemné vzdálenosti $l = 20$ m a spojnice jejich stanovišť je rovnoběžná se směrem letu lodi (obr. 3). Také osa lodi je orientována ve směru letu. Dělostřelci z planetky současně vystřelí z obou děl a obě střely loď zasáhnou, aniž by ji vážně poškodily.



Obr. 3

a) Jakou vzájemnou vzdálenost průstřelů uvedou dělostřelci v hlášení?

b) Jakou vzájemnou vzdálenost průstřelů naměří posádka kosmické lodi?

c) Jaké další údaje o časovém průběhu celé akce a o vzájemné poloze obou děl na planetce může obsahovat hlášení posádky kosmické lodi?

Rychlost lodi byla měřena vzhledem ke vztažné soustavě spojené s planetkou, kterou považujte za inerciální.