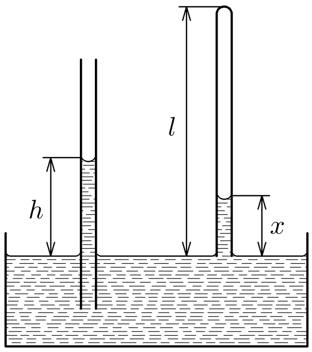
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 38. ročníku FO kategorie B

1. Zasuneme-li kapiláru svisle do nádoby s vodou, vystoupí hladina v kapiláře do výšky h vzhledem k hladině v nádobě. Do jaké výšky vystoupí hladina v téže kapiláře, jestliže jeden konec zatavíme a kapiláru umístíme svisle tak, aby se otevřený konec právě dotýkal hladiny v nádobě (obr. 1). Délka zatavené kapiláry je l, tloušťka zátavu je malá ve srovnání s délkou kapiláry. Teplotu považujte za konstantní. Voda sklo dokonale smáčí. Řešte obecně, pak pro hodnoty:
$l = 1,00$ m, $h = 29 \cdot 10^{-3}$ m, $g = 9{,}81$ m·s^{-2},
$p_a = 1,00 \cdot 10^5$ Pa, $\varrho = 998$ kg·m^{-3}.



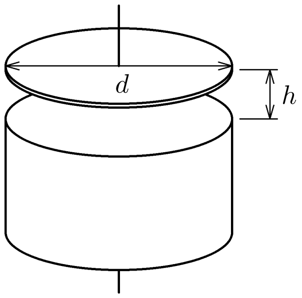
Obr. 1

2. Deskový kondenzátor je tvořen pevně uchyceným kovovým válcem o průměru d a lehkou souosou kruhovou deskou o hmotnosti m, která má stejný průměr a je rovnoběžná s podstavou válce. Vzdálenost h desky od válce je mnohem menší než její průměr (obr. 2). Kondenzátor nabijeme na napětí U_1, odpojíme od zdroje a desku uvolníme. Pokus probíhá ve vakuu.

a) Jak bude záviset elektrická energie kondenzátoru a elektrostatická přitažlivá síla na vzdálenosti x desek?

b) Předpokládejme nejprve, že se nacházíme v beztížném stavu, například v kosmické stanici. Jak bude probíhat pohyb desky a za jak dlouho dopadne deska na válec?

c) Pokus zopakujeme v tíhovém poli Země, deska se nachází nad válcem a osa kondenzátoru je svislá. Za jak dlouho a jakou rychlostí dopadne deska na válec? Porovnejte rychlost dopadu při nabitém a při nenabitém kondenzátoru.



Obr. 2

Řešte obecně, pak pro hodnoty: $d = 0,50$ m, $m = 0{,}20$ kg, $h = 10$ cm,

$U_1 = 1000$ V, $g = 9{,}81$ m·s^{-2}, $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ F · m^{-1}.

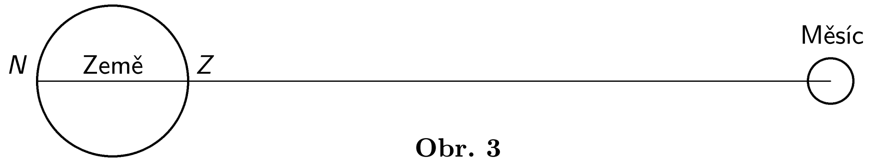
3. Soustava Země – Měsíc se otáčí kolem společného těžiště nazývaného v geofyzice *barycentrum*.

a) Dokažte, že barycentrum je uvnitř Země a vypočtěte jeho vzdálenost x od středu Země. Zemi i Měsíc považujte za ideální koule o poloměrech R_{Z} a R_{M}, jejichž středy mají při pohybu stálou vzdálenost r. Hmotnost Země je M_{Z} a hmotnost Měsíce M_{M}.

b) Jak dlouho (vzhledem ke hvězdám trvá jeden oběh středu Země kolem barycentra?

c) Neuvažujte dále rotaci Země kolem její osy. Na každý hmotný bod na jejím povrchu pak působí gravitační síla Země $\boldsymbol{F}_{\mathrm{gZ}}$, gravitační síla Měsíce $\boldsymbol{F}_{\mathrm{gM}}$ a z hlediska pozorovatele v neinerciální vztažné soustavě spojené se Zemí a Měsícem také odstředivá síla $\boldsymbol{F}_{\mathrm{o}}$ vyplývající z rotace soustavy. Určete velikost a směr výslednice sil $\boldsymbol{F}_{\mathrm{gM}} + \boldsymbol{F}_{\mathrm{o}}$ pro těleso o hmotnosti 1 kg umístěné na povrchu Země v místě Z, kde je Měsíc v zenitu a v místě N, kde je v nadiru (obr. 3).

d) Tečná složka výslednice sil $\boldsymbol{F}_{\mathrm{gM}} + \boldsymbol{F}_{\mathrm{o}}$ způsobuje příliv a odliv. Vypočítejte její velikost F_{t} pro těleso o hmotnosti 1 kg v místech na povrchu Země, kde je síla $\boldsymbol{F}_{\mathrm{o}}$ minimální.



Obr. 3

Řešte obecně a pro hodnoty: $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}}$, $R_{\mathrm{Z}} = 6\,378$ km, $M_{\mathrm{Z}} = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, $M_{\mathrm{M}} = 7{,}35 \cdot 10^{22}$ kg, $r = 384\,400$ km, $R_{\mathrm{M}} = 1\,738$ km.

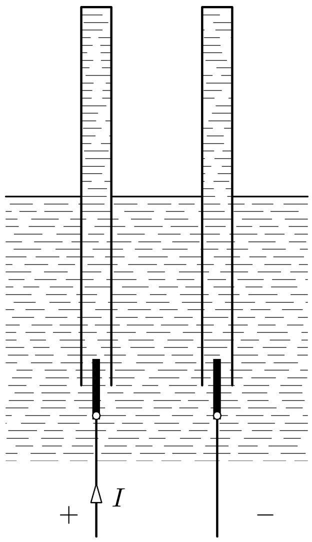
4. Dvě svislé válcové trubice délky L s vnitřním průřezem o obsahu S jsou na horním konci uzavřeny a ponořeny polovinou své délky do vody okyselené malým množstvím kyseliny sírové. Na začátku jsou trubice zcela zaplněny vodou (obr. 4). V otevřených koncích trubic jsou umístěny elektrody připojené ke zdroji stejnosměrného napětí. Po zapnutí zdroje udržujeme v obvodu konstantní proud I. V důsledku elektrolýzy vody se v jedné z trubic uvolňuje kyslík a ve druhé vodík. Plyny postupně vytlačují vodu z trubic.

a) V které z trubic se hromadí vodík a ve které kyslík? Odpověď zdůvodněte.

b) Určete doby $\tau_1,\ \tau_2$, za které se jednotlivé trubice celkem naplní plynem.

c) Určete hmotnost vody rozložené za dobu úplného zaplnění obou trubic plynem.

Obr. 4



Předpokládáme, že teplota t celé soustavy je stálá. Řešte obecně a pro hodnoty: $t = 20\ ^\circ\mathrm{C}$, $L = 2{,}0\ \mathrm{m}$, $S = 20\ \mathrm{cm}^2$, $I = 0{,}50\ \mathrm{A}$. Atmosférický tlak má hodnotu $p_\mathrm{a} = 101\ \mathrm{kPa}$, hustota roztoku je $\varrho = 1005\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, tíhové zrychlení $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.