Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

Úlohy regionálního kola 39. ročníku FO kategorie B

1. Krychle o hmotnosti m a hraně a leží na vodorovné podlaze. Horní hrana krychle je spojena lankem s navijákem N, který je umístěn na podlaze ve vzdálenosti b od krychle (obr. 1). Rozměry navijáku jsou malé v porovnání s hranou krychle. Po uvedení navijáku do chodu se krychle začne pomalu převracet.

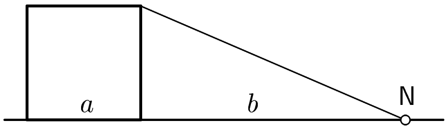
a) Jak velkou práci musí naviják vykonat než dojde k převrácení krychle?

b) Jak velkou silou působí lanko na krychli na počátku, když se krychle začíná převracet?

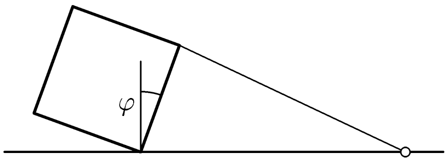
c) Jaký je minimální součinitel smykového tření mezi krychlí a podlahou, jestliže se krychle po napnutí lanka nesklouzne?

d) Jak závisí síla lanka na úhlu φ, o který se krychle otočila z původní polohy (obr. 2)? Vypočtěte její velikost pro danou hodnotu φ_1.

Řešte obecně a pro hodnoty: $m = 2{,}90 \cdot 10^3$ kg, $a = 1{,}00$ m, $b = 3{,}00$ m, $g = 9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}, \varphi_1 = 40°$.



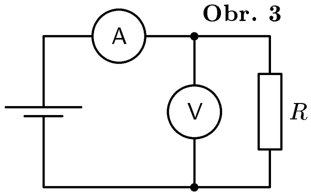
Obr. 1



Obr. 2

2. V obvodu podle obr. 3 je zdroj se zanedbatelným vnitřním odporem, ampérmetr, voltmetr a rezistor. Ampérmetr ukazuje proud I_1, voltmetr napětí U_1. Poté, co rezistor odpojíme od voltmetru a připojíme jej paralelně k ampérmetru, zmenší se údaj ampérmetru na I_2. Vypočtěte odpor R rezistoru a odpor R_V voltmetru.

Obr. 3



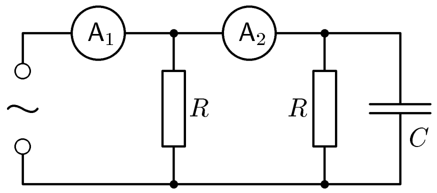
Úlohu řešte obecně a pro hodnoty $I_1 = 10$ mA, $U_1 = 2{,}0$ V, $I_2 = 2{,}5$ mA.

3. Ke zdroji harmonického střídavého napětí o efektivní hodnotě 36 V a frekvenci 50 Hz byly paralelně připojeny dva stejné rezistory a kondenzátor (obr. 4). Dále byly do obvodu zařazeny dva ampérmetry A_1, A_2 o zanedbatelném odporu. Jimi byly naměřeny proudy $I_1 = 0{,}30$ A, $I_2 = 0{,}20$ A.

a) Určete proudy, které procházejí jednotlivými rezistory a kondenzátorem.

b) Určete odpory rezistorů a kapacitu kondenzátoru.

c) Určete fázové posunutí proudů I_1, I_2 vzhledem k napětí zdroje.



Obr. 4

4. Při přemístění klasických kyvadlových hodin se projeví i velmi malé rozdíly tíhového zrychlení, např. mezi přízemím a horními patry výškových budov.

a) Kyvadlové hodiny s ocelovým sekundovým kyvadlem seřídíme v nulové nadmořské výšce tak, aby doba kyvu τ_0 byla přesně jedna sekunda, a pak je přeneseme do výšky h nad mořem. Jak se změní počet N kyvů, které kyvadlo vykoná za jeden den? Zemi považujte za homogenní kouli o poloměru R_z. Její rotaci zanedbejte.

b) Dobu kyvu kyvadla můžeme ovlivnit i změnou teploty. Tytéž hodiny přesně seřídíme při teplotě t_1 tak, aby doba kyvu τ_1 byla přesně jedna sekunda, a pak zvýšíme teplotu v místnosti o Δt. Jak se změní moment setrvačnosti J a direkční moment D kyvadla, je-li teplotní součinitel délkové roztažnosti oceli α? Jak se po zahřátí změní počet N kyvů, které kyvadlo vykoná za jeden den?

Řešte obecně a pro hodnoty:

$$h = 400\ \mathrm{m},\ R_\mathrm{z} = 6\,378\ \mathrm{km},\ \alpha = 1{,}2\cdot 10^{-5}\ K^{-1},\ \Delta t = 10\ \mathrm{K}.$$

Poznámka: Nejvyšší mrakodrap světa je v Kuala Lumpur a měří 451,9 m.