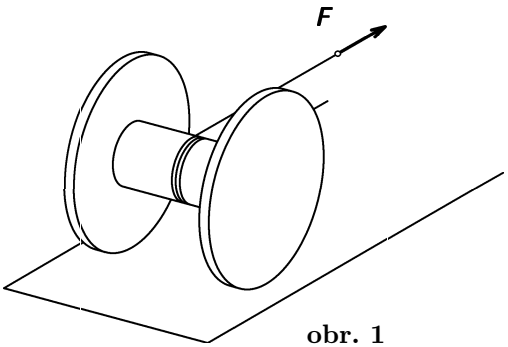
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Nám. Svobody, 501 91 Hradec Králové

Úlohy regionálního kola 37. ročníku FO kategorie A

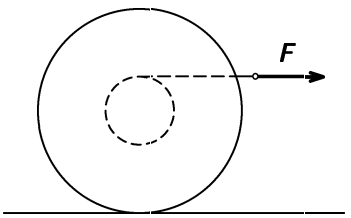
1. Dva stejné kruhové disky o poloměru R jsou pevně spojeny hřídelí o poloměru r, $r < R$ (obr. 1). Celková hmotnost tělesa (nápravy) je m, celkový moment setrvačnosti vzhledem k rotační ose souměrnosti je J. Těleso je položeno na vodorovnou podložku, přičemž součinitel smykového tření obvodu disků s podložkou je f. Valivý odpor je zanedbatelný. Uprostřed hřídele je namotáno lanko v orientaci zřejmé z obr. 2. Na volný konec lanka působí stálá síla $\boldsymbol{F}$ ve vodorovném směru.

a) Určete zrychlení $\boldsymbol{a}$ těžiště tělesa za předpokladu, že disky na podložce neprokluzují.
b) Za stejného předpokladu určete zrychlení $\boldsymbol{a}'$ konce lanka, na který působí tažná síla $\boldsymbol{F}$.
c) Stanovte minimální hodnotu F_0 velikosti tažné síly, při které začnou disky prokluzovat.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty $R = 12$ cm, $r = 2{,}0$ cm, $f = 0{,}35$, $m = 0{,}75$ kg, $J = 0{,}0035$ kg·m^2, $F = 1{,}5$ N, tíhové zrychlení $g = 9{,}8$ m·s^{-2}.



obr. 1



obr. 2

2. Galileův dalekohled se skládá ze spojky (objektiv) o ohniskové vzdálenosti f_1 a rozptylky (okulár) o ohniskové vzdálenosti f_2. Předpokládáme, že se jedná o tenké čočky a pozorovatel se pokaždé do dalekohledu dívá neakomodovaným okem (t.j. okem zaostřeným na nekonečno).

a) Nakreslete chod paprsků dalekohledem a určete úhlové zvětšení dalekohledu při pozorování astronomického objektu.
b) Nakreslete chod paprsků dalekohledem a určete úhlové zvětšení, jestliže dalekohled je zaostřen na pozemský předmět, který se nachází ve vzdálenosti

a od objektivu. Tato vzdálenost je mnohem větší než délka dalekohledu.

c) Určete pro tento případ vzdálenost d objektivu od okuláru. Jak daleko a kterým směrem bylo nutno posunout okulár vzhledem k objektivu při přechodu od případu a) k případu b)?

Řešte nejprve obecně a potom pro hodnoty $|f_1| = 30$ cm, $|f_2| = 3{,}0$ cm, $a = 20$ m. (V nákresech nemusíte poměr zadaných délek dodržet.)

3. Dělič napětí je tvořen dvěma rezistory o odporech R a $2R$ a dvěma kondenzátory o kapacitách C a $2C$ (obr. 3.a).

a) Vyjádřete napěťový přenos $\boldsymbol{A}$ děliče jako funkci úhlové frekvence ω přenášeného harmonického napětí.

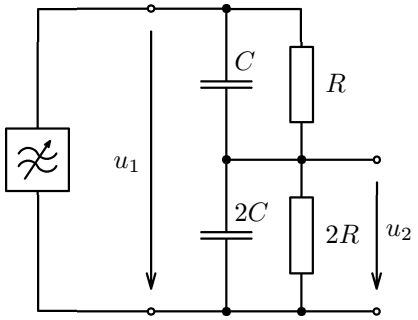
b) Při které frekvenci f_1 se fáze výstupního napětí nejvíce liší od fáze napětí vstupního? Určete pro tento případ absolutní hodnotu napěťového přenosu a fázové posunutí.

c) Jaký je napěťový přenos děliče při nízkých frekvencích ($f \ll f_1$) a při vysokých frekvencích ($f \gg f_1$)?

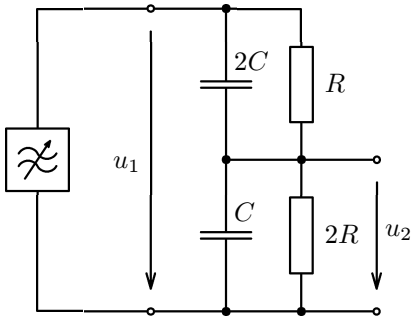
d) Jak se změní vlastnosti děliče, jestliže oba kondenzátory vyměníme podle obr. 3.b?

Řešte obecně a pro hodnoty: $R = 1{,}0$ kΩ, $C = 1{,}0$ μF.

obr. 3.a



obr. 3.b



4. Do prázdné nádoby o objemu V byl napuštěn plynný **arsan** (arsenovodík) $\mathsf{AsH_3}$ a jeho teplota je udržována na stálé hodnotě $T = 600$ K . Tlak je měřen manometrem a na začátku měl velikost p_0. Arsan se při uvedené teplotě rozkládá na vodík a arsen, jehož atomy se usazují na stěnách nádoby a vytvářejí známé arsenové zrcátko. Rychlost reakce je přímo úměrná objemové koncentraci molekul arsanu. Za dobu τ zůstane v nádobě pouze polovina molekul arsanu.

a) Určete, jak závisí tlak v nádobě na času.

b) Jaký tlak bude v nádobě, až se téměř všechny molekuly arsanu rozpadnou?