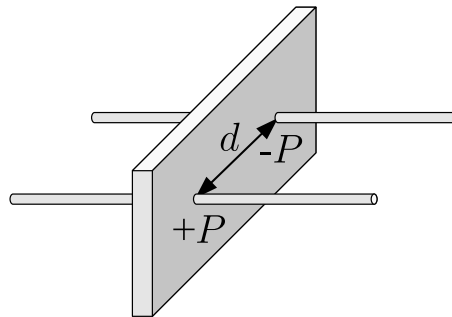


**FX10 Trubice** (opravuje Filip)

Bubo vzal dve rovnaké trubice a zamuroval ich do (nekonečne veľkej) steny hrúbky  $H$  a s tepelnou vodivosťou  $\lambda$  tak, že stenou prechádzajú kolmo a ich stredy sú vo vzájomnej vzdialenosti  $d$ . Jednou trubicou nechal pretekať teplú vodu, ktorá do steny privádza tepelný výkon  $P$ , druhou nechal pretekať studenú vodu, ktorá zo steny tepelný výkon  $P$  odoberá. Bubo má niekoľko otázok o teplote steny v ustálenom stave:

- Dokážte, že izotermy (t.j. miesta s rovnakou teplotou) steny majú profil kružnice!
- Nájdite teplotu bodu steny, ktorý sa nachádza vo vzdialenostiach  $r_1, r_2$  od stredov trubíc a pre  $r_{1,2} \gg d$  ju vyjadrite pomocou polárnych súradníc  $(r, \varphi)$ .

Rovnica vedenia tepla je  $\mathbf{h} = -\lambda \nabla T$ , kde  $\mathbf{h}$  je tepelný tok. Tepelnú výmenu s okolitým vzduchom, ako aj tepelné vyžarovanie, neuvažujte!

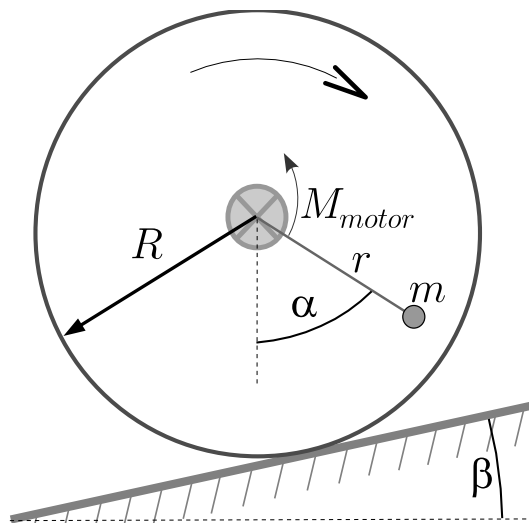
**FX11 Synchronizované blikanie** (opravuje Juro)

Marcel to po roku znova prehnan s pozeraním Star Trek-u. Tento raz sa mu snívalo, že sa do vesmíru vydal spolu s Marekom v dvoch rôznych raketách. Obaja vyštartovali *naraz* rovnako veľkými rýchlosťami  $v$  vzhľadom na Zem, avšak opačnými smermi. Keď boli ich rakety (v sústave Zeme) od seba vzdialené  $L$ , Marcel zablikal reflektorom na svojej rakete. Marek potom zablikal tiež a to súčasne (vo svojej vzťažnej sústave) s Marcelom. Marcel zablikal druhý raz súčasne (vo svojej vzťažnej sústave) s Marekovým prvým zablikaním atď. Ako ďaleko sú rakety od seba z pohľadu pozorovateľa na Zemi v okamihu, keď Marcel zabliká po  $n$ -tý raz?

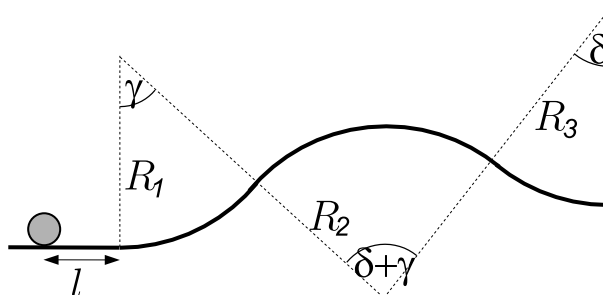
## FX12 Marsrobot II. (opravuje Jakub)

Po prvom úspechu modelu Marsrobotu v 1. letnej sérii FKS 25. ročníka sa tento výrobok dostal už aj do tvrdších testov. Uvažujme robota s nasledovnými vlastnosťami:

- ▶ Polomer robota je  $R$ , jeho celková hmotnosť  $M$ .
- ▶ Závažie je na nehmotnej dĺžky dĺžky  $r < R$  a samotné má hmotnosť  $m$ .
- ▶ Telo robota aj s motorčekom je rotačne symetrické okolo stredovej rovnobežnej osi. Moment zotrvačnosti okolo tejto osi je  $I_S$  a nezávisí od činnosti motorčeka.
- ▶ Robot neprešmykuje.



- (a) Majme dráhu, vid' obrázok nižšie, ktorá pozostáva z vodorovného úseku dĺžky  $l$  a z troch oblúkových častí rôznych polomerov, pričom platí  $R < R_1, R_2, R_3$ . Robot na začiatku stojí na začiatku rovného úseku. Urč o aký celkový uhol sa robot otočí, kým príde do miesta s maximálnym stúpaním.



- (b) Spočítajte okamžité uhlové zrýchlenie robota. Vyjadrite ho pomocou týchto veličín: uhlového zrýchlenia robota pomocou týchto veličín: uhlová rýchlosť robota  $\omega$ , uhol  $\alpha$  a jeho uhlová rýchlosť  $\Omega$ , aktuálne stúpanie  $\beta$ , lokálny polomer krivosti povrchu  $\rho$  a moment sily motorčeka  $M_{motor}$  vzhľadom na stred robota.

- (c) Pre hodnoty  $R = 1 \text{ m}$ ,  $r = 0,8 \text{ m}$ ,  $M = 100 \text{ kg}$ ,  $m = 10 \text{ kg}$ ,  $I_S = \frac{1}{2}(M - m)R^2 = 45 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ,  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ,  $l = 4 \text{ m}$ ,  $R_1 = 5 \text{ m}$ ,  $R_2 = 25 \text{ m}$ ,  $R_3 = 15 \text{ m}$ ,  $\gamma = 8^\circ$ ,  $\delta = 5^\circ$  vyriešte numericky pohyb robota ak viete, že robot na začiatku stál a závažie voľne viselo. V čase po štarte až po dosiahnutie najvyššieho bodu dráhy motor robota pracoval s konštantným momentom  $M_{motor} = 40 \text{ N}$ . Po dosiahnutí vrcholu dráhy motor prestal pracovať. Ako výstup chceme od vás čas, kedy robot prechádzal koncom dráhy. Určte tiež celkovú prácu, ktorú motorček vykonal. Určte aj rozdiel mechanickej energie na konci a na začiatku.

Poznámka: Táto úloha je náročná. Časti (a) a (c) vám môžu pomôcť – ak si však trúfate, tak ich nemusíte riešiť, stačí mi výsledok (b).

Hinty: Časť (a) si treba poriadne nakresliť, inak nie je ťažká. Časť (b) je najťažšia, treba zúročiť časť (a). Numerické riešenie vám môže pomôcť odhaliť prípadné chyby urobené v časti (b). Zjemňovaním časového kroku simulácie by ste mali dostávať presnejšie riešenia.