

FYZIKÁLNÍ SEKCE

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

KORESPONDENČNÍ SEMINÁŘ Z FYZIKY

8. ročník — 2001/2002

Druhá série úloh (25 bodů)

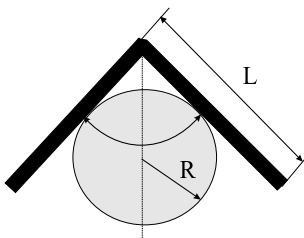
Klidový stav fyzikální soustavy

Formulace podmínek pro klidový stav fyzikální soustavy a jejich řešení přináší řadu zajímavých problémů, jejichž ukázky přinášíme v této sérii úloh. I když pro řešení těchto úloh vystačíme se středoškolskou fyzikou, je dobré si uvědomit, že klasický popis klidu nevystihuje fyzikální soustavu úplně. Tak například v každém kovovém předmětu, který se při běžném pohledu jeví v klidu, se nacházejí volné elektrony s rychlostmi několika tisíc km/s. Je tedy jasné, že pojem "klidový stav soustavy" je relativní a závisí na tom, jakými prostředky soustavu zkoumáme.

Úloha č. 1 (4 body)

Kniha na válci

Na hladký vodorovný válec je položena otevřená kniha podle obrázku 1, kniha se nepohybuje. Jaký úhel α desky knihy svírají? Statické tření zanedbáme.



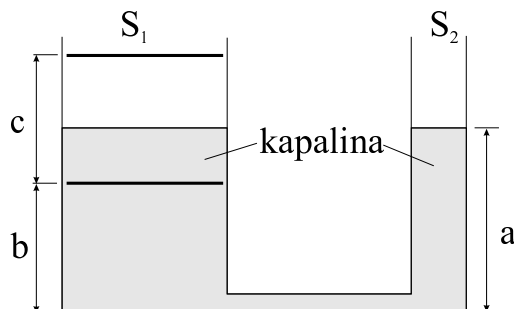
Obrázek 1: Kniha na vodorovném válci

Úloha č. 2 (10 bodů)

Kondenzátor s kapalným dielektrikem

Ve dvou svislých spojených nádobách s průřezy S_1 a S_2 je kapalně dielektrikum s hustotou ρ a permitivitou ϵ . V první nádobě se nacházejí elektrody deskového kondenzátoru, elektrody jsou umístěny tak, že je mezi nimi a stěnou nádoby malá mezera umožňující proudění kapaliny. Poloha elektrod a hladiny kapaliny je znázorněna na obrázku 2. Na desky kondenzátoru přivedeme náboje $\pm Q$. Jaká bude rovnovážná poloha dielektrika? Proveďte úplnou diskusi řešení.

Návod: Uvědomte si, že ve stálé rovnovážné poloze má systém minimální energii.

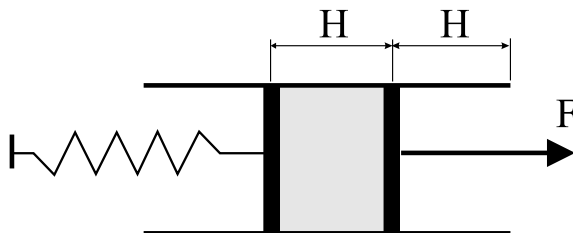


Obrázek 2: Kondenzátor s kapalným dielektrikem (znázorněna je poloha hladiny dielektrika při nenabitě kondenzátoru)

Úloha č. 3 (6 bodů)

Dva písty ve válci

Ve válci se mohou pohybovat bez tření dva písty o ploše S . Levý píst je pomocí pružiny tuhosti k připevněn k pevnému bodu. Na počátku pokusu je tlak plynu mezi písty roven atmosférickému tlaku p_0 a vzájemná vzdálenost pístů a vzdálenost pravého pístu od konce válce H (viz obrázek 3). Na pravý píst působíme vodorovnou vnější silou. Jak musí být tato síla velká, aby byl pravý píst na konci válce a soustava byla v klidu?

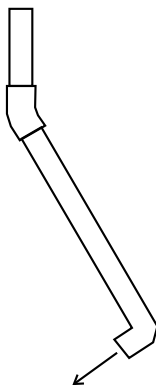


Obrázek 3: Dva písty ve válci

Úloha č. 4 (5 bodů)

Vodovodní trubka

Na konci svislé vodovodní trubky je kyvně uložena trubka tvaru podle obrázku 4. Při jakém průtoku vody bude trubka vodorovná? Jaké parametry soustavy je potřeba zadat, aby byla úloha řešitelná?



Obrázek 4: Vodovodní trubka

Úloha č. 5 – prémiová

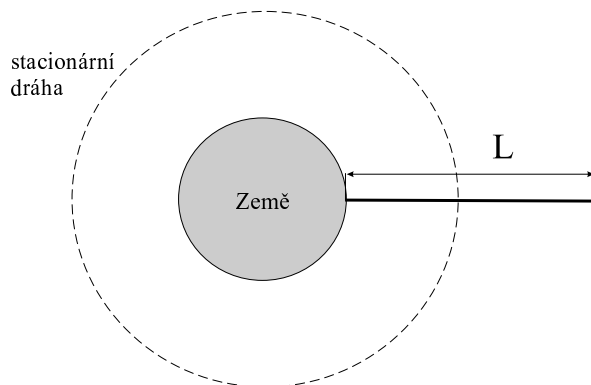
Nebeský výtah

Tuto elegantní, leč ještě dlouho nedosažitelnou metodu dopravy předmětů na stacionární oběžnou dráhu kolem Země, popsal ve svém románu "Rajské fontány" známý anglický spisovatel A. C. Clarke. Je známo, že družice nacházející se na stacionární oběžné dráze Země je v klidu v rotující souřadnicové soustavě spojené se Zemí. Spustíme-li z této družice k povrchu Země vlákno zanedbatelné hmotnosti, mohli bychom po něm na stacionární dráhu dopravovat náklad "nebeským výtahem".

Ukazuje se, že družice na stacionární dráze není nutná. V souřadnicové soustavě rotující se Zemí bude totiž v klidu lano *nenulové hmotnosti*, jehož jeden konec bude dosahovat na povrch Země a druhý konec bude sahat *za stacionární dráhu* (obrázek 5). Vypočtete délku L takového lana. Odhadněte, zda by bylo možné pro tento účel použít ocelové lano (srovnejte mez pevnosti oceli s maximálním mechanickým napětím v laně). Při výpočtu uvažte, že gravitační zrychlení v gravitačním poli Země závisí na vzdálenosti od jejího středu a zanedbejte vzájemné gravitační působení jednotlivých částí lana.

Po takovém laně by bylo možné dopravovat náklad na stacionární oběžnou dráhu "zadarmo" bez použití pohonných hmot a dokonce mu udělit únikovou rychlost. Na jakém principu by byl takový "nebeský prak" založen? Projevilo by se při pohybu nákladu po laně to, že souřadnicová soustava spojená se Zemí je neinerciální?

Pozn.: Neovládáte-li diferenciální a integrální počet, postačí nám, když podrobně okomentujete myšlenky vedoucí k číselnému řešení úlohy.



Obrázek 5: Nebeský výtah (poloměry Země a stacionární oběžné dráhy nejsou znázorněny v měřítku)