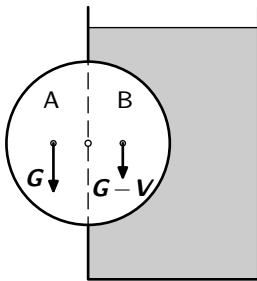


11. ročník, úloha I. 4 ... grant strýčka Skrblíka (6 bodů; průměr ?; řešilo 59 studentů)

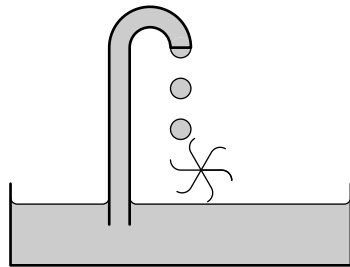
Strýček Skrblík se jednou doslechl o perpetuech mobile a vytušil příležitost, jak ještě více zbohatnout. Vypsal grant na vymýšlení „věčných strojů“, ale jediní, kdo se přihlásili, byli jeho synovci. Přinesli strýčkovi následující tři nápady.

Nápad č. 1. Základem prvního perpetua je válec, který je dutý, vodotěsný a je upevněn v ose na valivých ložiscích. Obr. 1 nám objasní funkčnost stroje. Na obě části válce sice působí tíhová síla G , ale část B je vůči části A válce nadlehčována vztlakovou silou V dle Archimédova zákona. Válec se bude otáčet a jeho rotační energii přivedeme na elektrickou energii.

Nápad č. 2. Pokud zahřejeme kapalinu, zvětší svůj objem. Zároveň víme, že kapalina je nestlačitelná. Proto budeme kapalinu zahřívat a ochlazovat, změnu jejího objemu přivedeme na mechanickou energii a tu na energii elektrickou. Část takto obdržené energie využijeme na zahřívání kapaliny (ochlazení kapaliny zajistí okolní prostředí, odborně „lázeň“). Zbytek energie roztočí stroje ve Skrblíkových továrnách.



Obr. 1



Obr. 2

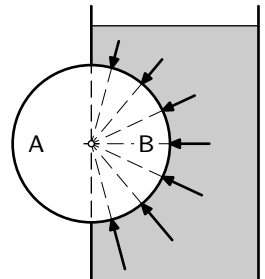
Nápad č. 3. Do nádoby s vodou je zasunuta kapilára. Díky kapilárním jevům voda naplní celou kapiláru a z horního zahnutého konce odkapává dolů, jak je to vidět na obr. 2. Dole je umístěna vodní turbína, která je roztáčena padající vodou, a tak může konat práci.

Strýček se nadšeně pustil do výroby těchto strojů, jaké však bylo jeho zklamání, když zjistil, že ani jediný z nich nefunguje. Od té doby už o žádných „perpetuech“ nechce ani slyšet.

Na vás teď je, draží řešitelé, abyste se pokusili vysvětlit, proč žádný z nápadů synovců strýčka Skrblíka nemůže fungovat jako perpetuum mobile.

Nápad č. 1

Část B je skutečně nadlehčována vztlakovou silou, ale je třeba mít na paměti, že je to jen jedna složka síly tlakové. Archimédův zákon je odvozen pro těleso zcela ponořené, maximálně plovoucí. Tam se horizontální složky tlakových sil, působících kolmo na povrch tělesa, odečtou. V našem případě zde ovšem horizontální složka zůstává, a to, že její otáčivé účinky se právě vyruší s účinky síly vztlakové, dokážeme nejlépe přímo z Pascalova zákona. Tlaková síla působí v každém bodě kolmo na povrch tělesa, což ovšem u válce znamená, že její vektorová přímka protíná osu otáčení a tudíž moment síly je nulový. Platí-li to pro sílu v každém bodě povrchu, platí to i pro součet těchto sil. Válec se neroztočí.



Obr. 3

Nápad č. 2

Zde budeme vycházet z 1. termodynamického zákona

$$\Delta U = Q + W',$$

kde ΔU je změna vnitřní energie kapaliny, Q je dodané teplo a W' práce vykonaná rozepnutím kapaliny. Platí

$$\Delta U = mc\Delta T, \quad W' = pV_0\beta\Delta T,$$

kde m , p jsou hmotnost a tlak nějakého média v hypotetickém tepelném stroji. Z toho

$$mc\Delta T = Q + pV_0\beta\Delta T,$$

$$\Delta T = \frac{Q}{mc - pV_0\beta}.$$

Dosadíme do W'

$$W' = Q \frac{pV_0\beta}{mc - pV_0\beta}.$$

Koná-li práci kapalina, platí $pV_0\beta < 0$, z čehož vyplývá, že člen za Q bude v absolutní hodnotě vždy menší než jedna, a proto práce, kterou využijeme na opětovné ohřátí kapaliny, je menší než původně dodané teplo, a tak zařízení nemůže fungovat. Nejdůležitější ztrátou je ΔU odevzdaná lázni.

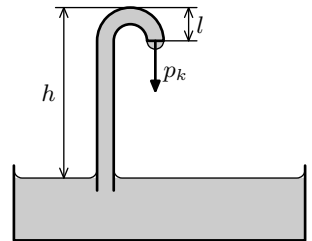
Nápad č. 3

Problém nalezneme ve chvíli, kdy analyzujeme, co se děje těsně před hypotetickým ukápnutím vody (předpokládejme, že ohyb je dostatečně nízko nad hladinou, aby ho voda překonala). Je zřejmé, že má-li se na konci uvolnit kapka, musí se zakřivení povrchu kapaliny změnit z konkávního na konvexní, což by znamenalo, že by se voda musela stát ze smáčlivé nesmáčlivá kapalina. To, jak jistě uznáte, je v malé chvílce nemožné.

Napišme si rovnici pro kapilární tlaky, která platí v rovnováze

$$g\rho h = g\rho l + \frac{2\sigma}{R}.$$

Je zřejmé, že voda může vytékat pouze v případě, kdy kapilára končí až pod hladinou vody v nádobě ($l > h$).



Obr. 4

Přemysl Koloreňč