

FYZIKÁLNÍ SEKCE

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

SOUTĚŽNÍ KORESPONDENČNÍ SEMINÁŘ Z FYZIKY 1996/1997

Třetí série úloh

(25 bodů)

V běžném každodenním provozu velmi často zacházíme s plyny a kapalinami — zahříváme je, ochlazujeme, mísíme, stlačujeme. Málokdy si však při tom všimneme zajímavých jevů, které takové počínání doprovázejí. Právě o nich budeme přemýšlet v předkládané sérii úloh a pokusíme se je fyzikálně vysvětlit, ať již kvalitativně, či pomocí jednoduchého výpočtu. V některých případech jde o jevy tak běžné, že bychom skoro mohli hovořit o „fyzice v kuchyni“.

ÚLOHA č.1 (4 body)

Pára

Uvedeme-li do varu vodu v hrnci na plynovém sporáku, z hrnce se kouří (říkáme, že z hrnce stoupá pára). Uzavřeme-li však přívod plynu, můžeme pozorovat podivný jev: místo toho, aby se z hrnce podle očekávání začalo kouřit méně, kouří se z něj chvíli ještě více. Vysvětlíte tento jev.

ÚLOHA č.2 (7 bodů)

Obrazovka

Je známo, že rozbít televizní obrazovku např. kamenem je značně nebezpečné. Při rozbítí obrazovky totiž dojde k takzvané implozi, kdy tlaková síla odpovídající rozdílu tlaků uvnitř a vně obrazovky značně urychlí jednotlivé úlomky a ty pak účinkují jako střepiny z granátu. Obrazovku je tedy mnohem bezpečnější zlikvidovat uražením jejího hrdla.

- (a) Na čem závisí energie, která se uvolní při implozi obrazovky? Odhadněte ji na základě jednoduchého výpočtu. Odhadněte i rychlost, kterou získají skleněné úlomky.
- (b) Přemění se všechna uvolněná energie na kinetickou energii střepin? Pokud ne, kam se poděje její zbytek?
- (c) Kamil je zastáncem rozbíjení obrazovek kamenem a argumentuje takto: „V obrazovce je zpočátku vakuum. A ve vakuu přece nemůže být nahromaděna žádná energie. Při rozbití obrazovky se proto žádná energie, potřebná po urychlení střepin, nemůže uvolnit a rozbití obrazovky je tedy bezpečné.“ Má Kamil pravdu? Není imploze obrazovky v rozporu se zákonem zachování energie? Vysvětlete Kamilovi, odkud se energie vezme, tj. na úkor energie kterého tělesa či těles dojde k urychlení střepin?

ÚLOHA č.3 (8 bodů)

Píst

Uvažujme situaci znázorněnou na obr. 1. Dokonale tepelně izolovaná válcová nádoba je pístem rozdělena na dvě stejně velké části. V pístu je umístěna malá záklopka, kterou je možno podle potřeby otevírat a zavírat. Na začátku pokusu je v levé části nádoby plyn, v pravé vakuum a záklopka je uzavřená. V plynu v nádobě můžeme nechat proběhnout jeden ze dvou dějů:

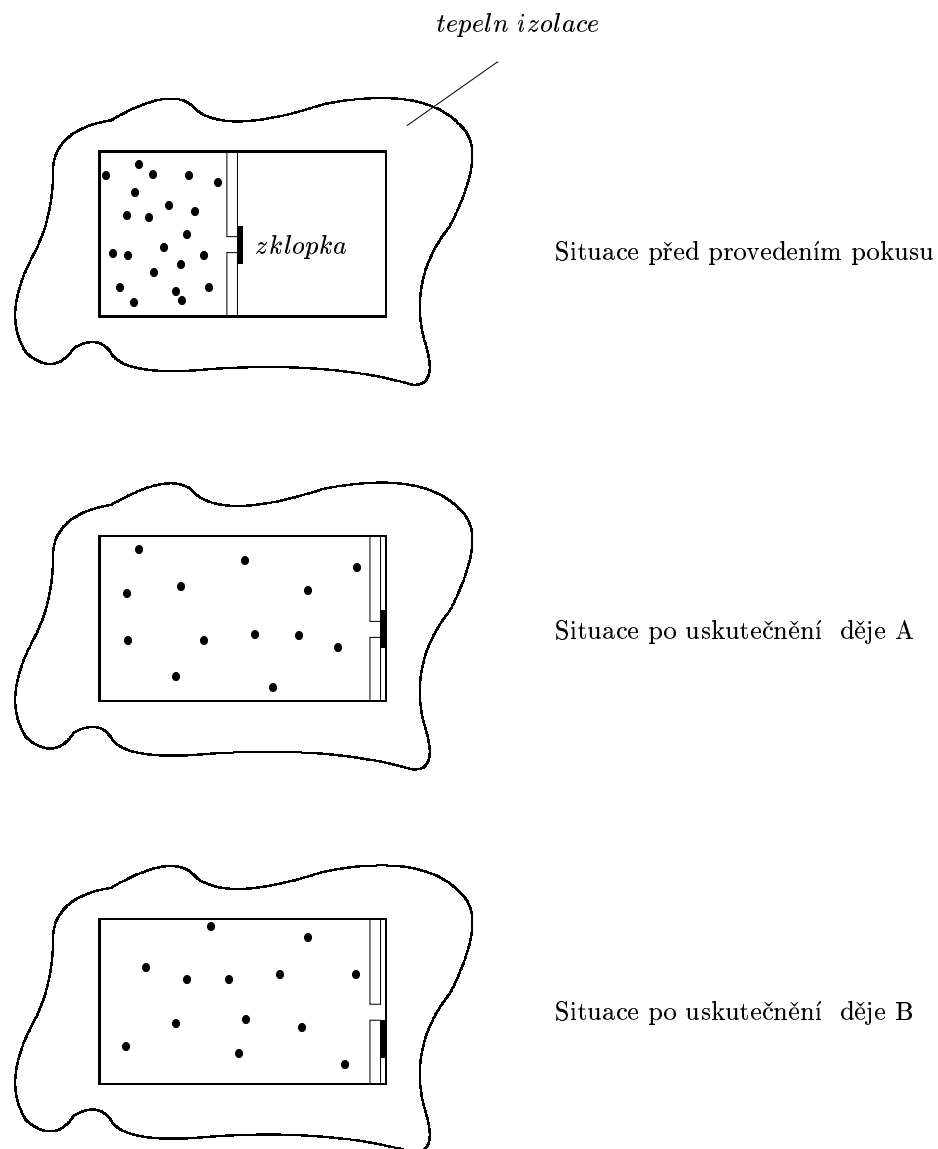
- A: Záklopku necháme uzavřenou a píst velmi pomalu přesuneme k pravé stěně nádoby.
- B: Nejprve otevřeme záklopku a počkáme dostatečně dlouhou dobu. Pak píst, stále s otevřenou záklopkou, velmi pomalu přesuneme k pravé stěně nádoby.

Na konci pokusu tedy bude v obou případech píst u pravé stěny nádoby.

- (a) Jak se liší stav plynu v nádobě po provedení dějů A a B?
- (b) Posuďte oba děje z hlediska termodynamické vratnosti, tj. rozhodněte, zda jde o děje rovnovážné či nerovnovážné.

Poznámka:

V průběhu děje, při němž si plyn nevyměňuje teplo s okolím (tzv. adiabatický děj) platí pro každé dva jeho stavy 1, 2 vztah $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa$, kde $\kappa = c_p/c_V$ je podíl měrné tepelné kapacity plynu při stálém tlaku a při stálém objemu (tzv. Poissonova konstanta).



Obr. 1

ÚLOHA č.4 (6 bodů)

Vnitřní energie vody a páry

Uvažujme 1 kg vody v kapalném skupenství při teplotě $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ za atmosférického tlaku. Odhadněte přírůstek její vnitřní energie při přeměně v páru téže teploty a tlaku. Potřebné údaje vyhledejte v tabulkách.

Poznámka:

Úloha není tak jednoduchá, jak se na první pohled zdá. Uvědomte si, jak lze změnu vnitřní energie vyjádřit z prvního termodynamického zákona.

ÚLOHA č.5 — prémiová

Koktejl

Fyzikálně velmi zajímavým objektem je koktejl (máme ovšem na mysli koktejl mléčný — řádně hustý a zpěněný). Pomiňme nyní jeho velice zajímavé vlastnosti na hranici mezi viskózní kapalinou a pružným tělesem a všimněme si jeho vlastností akustických.

Při poklepání na dno sklenice s koktejlem zjistíme, že koktejl vydává zvláštní dunivý zvuk.

- (a) Pokuste se vysvětlit příčinu tohoto dunění. Proč neduní stejným způsobem čisté mléko (či voda)?
- (b) Prozkoumejte experimentálně závislost charakteru dunění (tj. např. výška „tónu“, doba dozívání zvuku při jednom úderu atd.) na vlastnostech koktejlu, zejména na množství a velikosti bublin, a pokuste se ji kvalitativně vysvětlit.
- (c) Změnil by se nějak charakter dunění, kdyby byl v bublinách místo vzduchu jiný plyn, například vodík nebo hélium? A jak by se choval „koktejl“ se vzduchovými bublinami v jiných kapalinách, např. v oleji nebo v glycerínu?

Poznámka: Podobné dunění jako u koktejlu můžeme slyšet také při poklepu na dno mísy s vykynutým těstem nebo dokonce na dno sklenice se „zamlženou“ vodou. (Myslíme tím vodu čerstvě napuštěnou z vodovodu, která někdy obsahuje množství mikroskopických bublinek.) Zajímavé je pozorovat, jak se mění charakter zvuku v průběhu času, kdy bublinky stoupají k povrchu a tam zanikají (voda se odmlžuje).