**Kategorie C**

1. Dva otevřené duté válce $C_1$, $C_2$ s podstavami o stejném průřezu P jsou naplněny kapalinou hustoty do výšky $h_0$. Oba válce stojí na vodorovné podložce, přičemž vzdálenost jejich podstav je d. Ve válci $C_1$ je ve výšce $h_1$ od podložky otvor, $0<h_1<h_0$, ve válci $C_2$ je obdobný otvor ve výšce $h_2$ od podložky, $0<h_2<h_0$. Oba otvory mají stejný malý obsah příčného řezu S. Tloušťka stěn i dna obou nádob je velmi malá, takže je při řešení nemusíme uvažovat. Nádoby stojí otvory proti sobě a oběma tryská kapalina z nádoby ven. Kapalinu považujeme za ideální, výšku $h_0$ udržujeme stálou.

Zvolte vhodnou vztažnou soustavu a

a) napište rovnici křivek, po kterých se pohybují částice kapaliny tryskající z otvoru první, resp. druhé nádoby.
b) Stanovte místo, kde se oba proudy kapaliny střetávají, je-li hladina kapaliny v obou nádobách ve výšce $h_0$.
c) Stanovte rychlost obou proudů kapaliny v místě střetu.
d) Stanovte obsah příčného řezu obou proudů u místa střetu.

Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $P=1{,}00\ dm^2$, $h_0=30{,}0\ cm$, $h_1=20{,}0\ cm$, $h_2=10{,}0\ cm$, $\varrho=1{,}00.10^3\ kg.m^{-3}$, $g=9{,}81\ m.s^{-2}$, $d=30{,}0\ cm$, $S=1{,}00\ mm^2$.

2. Nehomogenní tyč délky l o hmotnosti m je zavěšena ve vodorovné rovnovážné poloze na dvou lehkých nitích (obr.C-1). Tyč je v klidu, nitě svírají se svislým směrem úhly $\alpha$, $\beta$.

a) Vypočtěte vzdálenost x levého konce tyče od těžiště tyče.
b) Vypočtěte velikost tahových sil v nitích.
c) Danou tyč zaměníme za homogenní tyč o stejné hmotnosti m. Do vzdálenosti l/4 od jejího levého konce zavěsíme závaží o hmotnosti $m_1$ tak, že rovnovážná poloha tyče je opět vodorovná a nitě opět svírají se svislým směrem úhly $\alpha$, $\beta$. Určete hmotnost závaží $m_1$ a velikosti tahových sil v nitích.

Úlohu řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: $\alpha=36{,}0°$, $\beta=53{,}0°$, $m=10{,}0\ kg$, $l=2{,}00\ m$.

3. Otevřená dutá nádoba má tvar kvádru ABCDEFGH, jehož podstava je dnem nádoby. Výška kvádru je AE. Nádoba je naplněna kapalinou hustoty $\varrho$. Stojí-li nádoba na vodorovné podložce, je volná hladina kapaliny ve výšce h ode dna, h < AE. Nádobu uvedeme po vodorovné podložce do přímočarého rovnoměrně zrychleného pohybu se zrychlením $\vec{a}$ ve směru AB.

a) Určete tlak kapaliny podél hran AB, BC, CD, AD, je-li nádoba v klidu.
b) Určete tlak kapaliny podél hran AB, BC, CD, AD, je-li nádoba v pohybu.
c) Určete tvar a polohu hladiny kapaliny v kvádru za pohybu.

Úlohy a) až c) řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty $AB=0{,}50\ m$, $BC=0{,}20\ m$, $AE=0{,}30\ m$, $h=0{,}15\ m$, $a=1{,}0\ m.s^{-2}$, $\varrho=1{,}0.10^3\ kg.m^{-3}$, $g=9{,}8\ m.s^{-2}$.

d) Pro dané hodnoty znázorněte graficky, jak se mění tlak v kapalině podél hran AB, BC, CD, AD, je-li nádoba v klidu a je-li nádoba v pohybu.
e) Určete v obou případech, v klidu i za pohybu nádoby, tlakovou sílu, kterou působí kapalina na dno nádoby.
f) Určete polohu hladiny kapaliny v nádobě, bude-li se nádoba pohybovat po vodorovné podložce se zrychlením $\vec{a}$, které má směr DB.

4. Do skleněné kapiláry o průměru $d_1$ je vsunuta skleněná tyčinka o průměru $d_2$ ($d_2 < d_1$) tak, že se kapiláry nedotýká a její spodní konec se nachází těsně nad volnou hladinou vody v kapiláře (obr.C-2). Kapilára je na spodním konci zatavena. Tyčinka je zavěšena na pružině. Mezi velikostí síly F napínající pružinu a prodloužením pružiny y platí přímá úměrnost $F = k.y$, kde k je konstanta úměrnosti.

a) Kvalitativně popište děj, který nastane, dotkne-li se konec tyčinky hladiny vody.
b) Určete prodloužení pružiny po ustálení rovnovážné polohy tyčinky, jestliže kapilára má uzavřené dno.
c) Určete prodloužení pružiny po ustálení rovnovážné polohy tyčinky, je-li kapilára na dolním konci otevřená a ponořená do misky s vodou.
d) Úlohy a-c řešte nejprve obecně, a potom pro hodnoty $d_1=2{,}0mm$, $d_2=1{,}4mm$, hustota vody $\rho=1{,}0.10^3 kg.m^{-3}$, povrchové napětí vody $\sigma=7{,}3.10^{-2} N.m^{-1}$, $k=3{,}0.10^{-2} N.m^{-1}$.

5. Nádoba o objemu $V_1$ je naplněna plynem, jehož tlak je $p_1$ a teplota $T_1$. Nádoba o objemu $V_2$ je naplněna jiným plynem, jehož tlak je $p_2$ a teplota $T_2$. Poissonova konstanta obou plynů je stejná. Nádoby jsou spojeny trubicí zanedbatelného objemu, opatřenou kohoutem. Když kohout otevřeme, plyny se smísí a ve směsi se ustálí celkový tlak p a teplota T. Stěny obou nádob jsou dokonale tepelně izolovány, oba plyny se při pokusu chovají jako ideální plyny.

a) Určete celkový tlak p.
b) Určete teplotu T.
c) Určete parciální tlaky obou plynů ve směsi v ustáleném stavu.
d) Určete změnu vnitřní energie soustavy plynů způsobenou otevřením kohoutu.
e) Úlohu a-d řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $V_1=1{,}0m^3$, $V_2=0{,}50m^3$, $p_1=1{,}0kPa$, $p_2=2{,}0kPa$, $T_1=200K$, $T_2=300K$, $\varkappa=1{,}4$.

Pozn.: Pro vnitřní energii ideálního plynu platí $U=pV/(\varkappa-1)$.

6. Pozorování fázových přeměn látky.

Změny skupenství látky jsou příkladem fázových přeměn. Obecně fázová přeměna je taková změna struktury látky, při které se změní skokem fyzikální vlastnosti látky. Fázovou přeměnou je např. změna krystalické struktury železa. Sledování fázových přeměn je možné např. pomocí aparatury sestavené dle obr.C-3. Sledovaný vzorek látky je uložen ve zkumavce, kterou zahříváme vodní lázní v dostatečně velké kádince. Teplotu lázně a teplotu vzorku sledujeme teploměry. Při sledování fázových přeměn dodáváme vzorku teplo z vodní lázně a sledujeme závislost teploty vzorku na čase a změny uvnitř sledovaného vzorku. Při měření je důležité, aby teplo předané vzorku vodní lázní za 1 sekundu (tzv. tepelný příkon) bylo s dostatečnou přesností konstantní. Toho je možno dosáhnout např. postupným přiléváním teplejší vody do vodní lázně.

1. Příprava vodní lázně s konstantním tepelným tokem do vzorku látky.

   Pro teplo Q předané za dobu $\tau$ přes stěnu tloušťky l tělesem o teplotě $t_1$ tělesu o teplotě $t_2$ ($t_1 > t_2$) platí

$$Q = \lambda . S . \frac{t_1 - t_2}{l} \tau \quad ,$$

kde S je plocha styčné stěny obou těles a $\lambda$ součinitel tepelné vodivosti látky stěny, přes kterou k tepelné výměně dochází. V naší aparatuře jsou s dostatečnou přesností konstantní hodnoty veličin $\lambda$, S, l, proto tepelný tok stěnou

$$\phi = Q/\tau$$

bude konstantní, budeme-li lázeň doplňovat vodou tak, aby se po dolití teplota lázně změnila vždy o stejnou hodnotu $(t_1 - t_2)$.

a) Určete obecně hmotnosti (objemy) vody stálé teploty $t'$, které nutno vždy smísit s vodou o počáteční hmotnosti M a $t_0$, aby se výsledná teplota vždy po ustavení rovnovážného stavu zvýšila o stejnou hodnotu.

b) Svůj výpočet v úloze a) ověřte měřením.
Vodu vždy přiléváme poté, až se teplota lázně a vzorku vyrovnají. Zkumavku v aparatuře naplňte takovým objemem vody, aby byla ponořena celá baňka teploměru. Ověřte měřením, zda při postupném zvyšování teploty lázně se rovnoměrně s časem mění i teplota kapaliny ve zkumavce. Případné rozdíly mezi výsledky měření a výpočty zdůvodněte a navrhněte vylepšení.

c) Lze postup navržený v úloze a) a b) použít i pro rovnoměrné snižování teploty lázně? Ověřte měřením.

2. Sledování fázové přeměny krystalů $Na_2SO_4 . 10\,H_2O$ na $Na_2SO_4$. Zkumavku v aparatuře naplňte Glauberovou solí tak, aby rtuťová baňka teploměru byla do soli zcela vnořená. Postupně zvyšujte teplotu vodní lázně rovnoměrně s časem a zapisujte, jak se mění teplota vzorku po vyrovnání s teplotou lázně v závislosti na čase. Do tabulky zapisujte příslušné časy a teploty. Teplotu vzorku měřte do maximální teploty 55°C. Naměřené hodnoty závislosti teploty vzorku soli na čase znázorněte v grafu a průběh grafu fyzikálně zdůvodněte. Popište změny, které jste pozorovali při zahřívání vzorku.

3. Sledování fázové přeměny thiosíranu sodného $Na_2S_2O_3 . 5H_2O$. Do lázně o teplotě asi 50°C vložte zkumavku naplněnou thiosíranem sodným, do něhož je vnořen teploměr. Sledujte děje v thiosíranu. Jakmile se všechen thiosíran roztaví, snižujte postupně jeho teplotu a změřte závistost jeho teploty na čase. Přitom neustále teploměrem látku ve zkumavce míchejte a sledujte děje, které v látce při chladnutí probíhají. Závislost teploty na čase znázorněte graficky a průběh grafu fyzikálně vysvětlete. Popište děje, které jste v látce pozorovali při chladnutí až do úplné krystalizace.

7. Automobil hmotnosti m dosáhne na vodorovné rovině maximální rychlosti $v_0$ při konstantním výkonu motoru $P_0$. Jaké maximální rychlosti v dosáhne automobil při jízdě do kopce se stálým sklonem $\alpha$ při nezměněném stálém výkonu motoru $P_0$? Předpokládejme, že velikost výsledné odporové síly působící proti pohybu automobilu je přímo úměrná rychlosti automobilu.

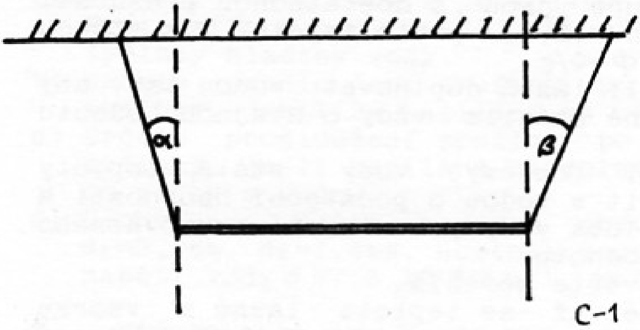
a) Určete funkci $v = f(\alpha)$ vyjadřující závislost rychlosti automobilu na sklonu kopce $\alpha$.

b) Úlohu a) řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty

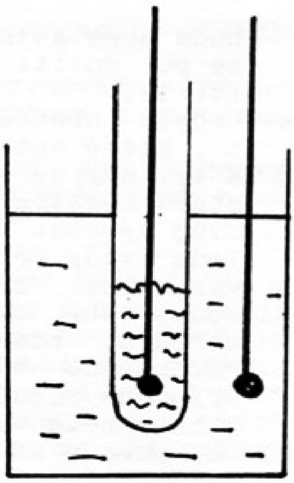
$P_0=4,0.10^4$ W, $v_0=40$ m.s$^{-1}$, $m=1,0.10^3$ kg.

c) Pro zadané hodnoty sestrojte graf funkce $v = f(\alpha)$.

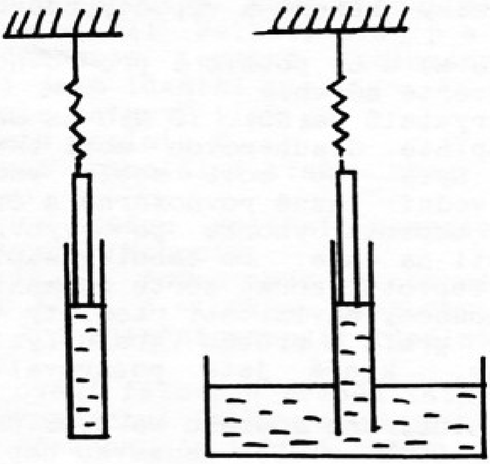
d) Odpovídá graf reálné skutečnosti? Svůj názor zdůvodněte.




C-1



C-3



C-2