

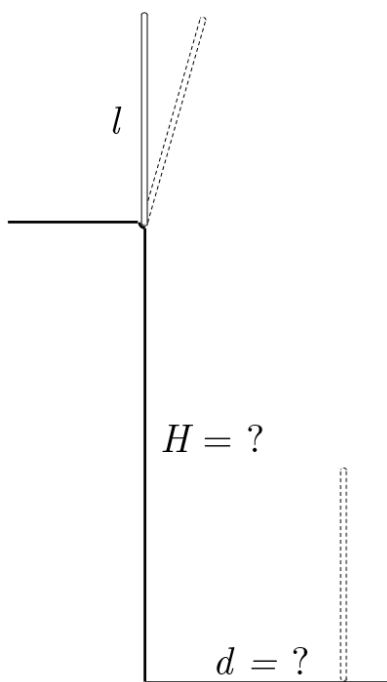
Úlohy 1. kola 66. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie B

Není-li uvedeno jinak, v úlohách uvažujte tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Padající lať

Stojící tenká homogenní lať délky l se po nepatrném vychýlení ze svislé rovnovážné polohy začne otáčet kolem své opěrné hrany v malé drážce horní plošiny a dopadne na dolní plošinu svým horním koncem ve svislé poloze, tj. po celkovém otočení o 180° . Odpor vzduchu zanedbáme.

Určete výšku H horní plošiny nad dolní plošinou a vzdálenost d místa dopadu od svislé stěny.



Obr. 1

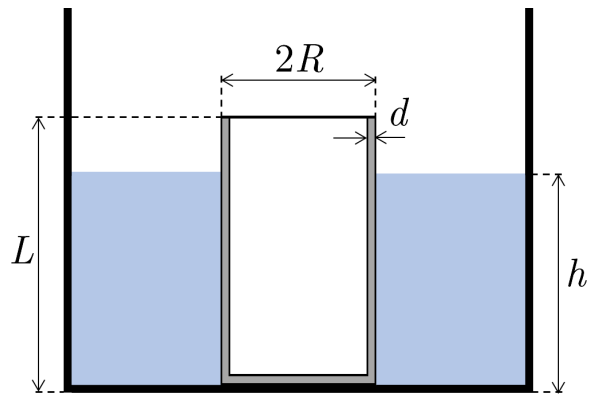
2. RLC Obvod

Ke generátoru střídavého napětí s proměnnou frekvencí a stálým svorkovým napětím $U_0 = 50 \text{ V}$ jsou do série připojeny rezistor o odporu $R = 50 \Omega$, ideální cívka s indukčností $L = 50 \text{ mH}$ a kondenzátor o kapacitě $C = 20 \mu\text{F}$.

- Určete poměr $\frac{U_0}{U_R}$ při frekvencích generátoru $f_1 = 100 \text{ Hz}$, $f_2 = 20 \text{ Hz}$ a $f_3 = 300 \text{ Hz}$. Jaké bude fázové posunutí mezi napětím a proudem při těchto frekvencích?
- Při jaké frekvenci f_4 bude na všech třech prvcích napětí o stejné velikosti?
- Jak musíme změnit kapacitu kondenzátoru (C_1) a frekvenci generátoru (f_5), aby pro poměr napětí na jednotlivých prvcích byl splněn vztah $U_L : U_R : U_C = 2 : 3 : 4$?
Rezistor, cívku a kondenzátor připojíme ke generátoru paralelně.
- Jaký proud bude procházet obvodem při frekvenci generátoru f_1 ? Jaké bude fázové posunutí mezi proudem a napětím při této frekvenci?

3. Těžká nádoba

Vnější poloměr široké válcové nádoby, která se nachází v akváriu s mírně hrbolatým dnem je R , její výška je L , tloušťka stěn i dna nádoby je d (obr. 2). Shora je nádoba zakryta těsně přiléhajícím, lehkým a pevným víčkem s poloměrem R . Hmotnost víčka je v porovnání s hmotností nádoby zanedbatelná, tloušťka víčka je rovněž zanedbatelná. Hustota kapaliny v akváriu je ρ , hustota materiálu válcové nádoby je 20ρ .



Obr. 2

- Jak závisí velikost N síly reakce dna akvária na dno nádoby na výšce h kapaliny v akváriu?
- Nakreslete graf této závislosti pro $L = R$. Rozlište případy, kdy nádoba zůstane na dně a kdy se ode dna uvolní. Určete, při jaké tloušťce d_0 nastane předěl mezi oběma stavy. V grafu vyznačte důležité body a vyjádřete jejich hodnoty pomocí zadaných veličin.

Poloměr R nádoby je daný, tloušťka d splňuje podmínku $0 < d \leq 0,040R$.

4. Voda v bazénu

V bazénu s vodou je zapuštěn ohřívač, který pracuje se stálým tepelným výkonem P a současně měřič teploty, který při dosažení teploty $t_1 = 28^\circ\text{C}$ ohřívač vypne, ale až po době $\tau_1 = 60$ s, takže se voda ohřeje na vyšší teplotu t_2 . Při poklesu teploty na teplotu t_1 se ohřívač zapne okamžitě. Doba mezi vypnutím a zapnutím ohřívače je $\tau_2 = 80$ s. Počáteční teplota vody a bazénu a jeho okolí byla $t_0 = 18^\circ\text{C}$. Doba ohřevu z teploty t_0 na teplotu t_1 trvala několik hodin. V bazénu je zajištěno promíchávání vody. Ztrátový výkon P_z (tepelné ztráty do okolí) je přímo úměrný rozdílu teplot vody v bazénu a teploty jeho okolí.

- Určete poměr výkonu ohřívače a ztrátového výkonu.
- Jaké nejvyšší teploty dosáhne voda v bazénu v případě, kdy ohřívač nebude možné vypnout?

5. Kulička na niti

Na pevné neroztažitelné niti zanedbatelné hmotnosti je zavěšena kulička hmotnosti m . Kuličku vychýlíme tak, aby nit byla vodorovná, a pustíme. Určete:

- velikost největší síly, která napíná nit,
- velikost síly, která napíná nit v okamžiku, kdy nit svírá se svislým směrem úhel $\alpha = 60^\circ$,
- velikost síly, která napíná nit v okamžiku, kdy zrychlení kuličky má vodorovný směr,

- d) úhel β , který svírá nit se svislým směrem v okamžiku, kdy je svislá složka rychlosti kuličky maximální.

Odpor vzduchu zanedbáme. Tíhové zrychlení je g . Výsledky a) – c) vyjádřete jako násobek velikosti tíhy kuličky mg .

6. Praktická úloha: Skákání pružného míčku

Úkoly:

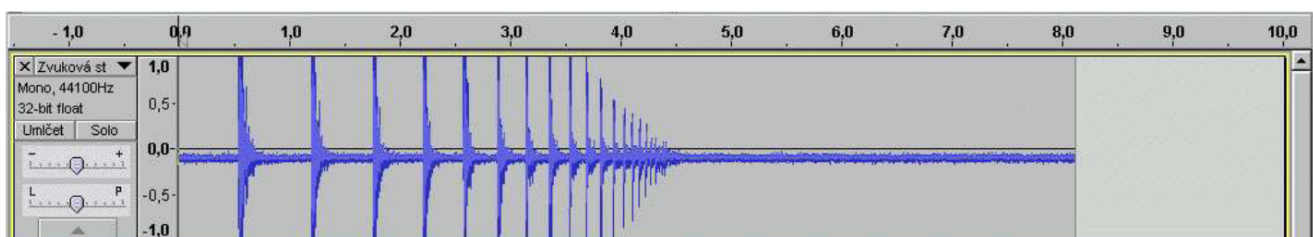
- a) Stáhněte si po internetu z adresy <https://www.audacityteam.org/> volně dostupný program Audacity, nainstalujte jej do počítače vybaveného mikrofonom a seznamte se v potřebném rozsahu s jeho ovládáním.
- b) Nahrajte zvuky, které vzniknou při skákání pingpongového míčku nebo hopíku puštěného z výšky asi půl metru na podlahu.
- c) Ze záznamu určete časy t_1 až t_{11} , ve kterých došlo k prvním 11 odrazům míčku od podlahy, a zapište je do tabulky v Excelu, ve kterém provedete následující výpočty:

odraz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
t/s											
τ/s											—
h/m											—
τ_{i+1}/τ_i										průměr	
										směrodatná odchylka	

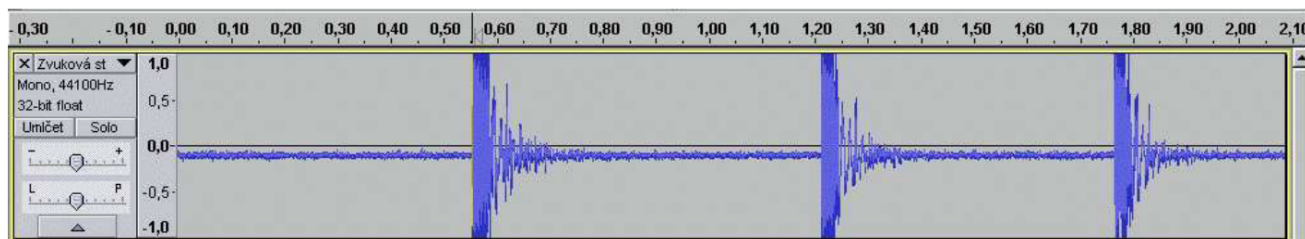
- d) Vypočítejte doby trvání $\tau_i = t_{i+1} - t_i$ jednotlivých poskoků a ověřte, že tvoří geometrickou posloupnost. Určete její kvocient q .
- e) Z doby trvání prvního poskoku τ_1 a kvocientu q vypočítejte celkovou dobu poskakování míčku jako součet nekonečné geometrické řady a porovnejte ji s dobou odečtenou ze záznamu.
- f) Zdůvodněte, proč kvocient q je roven *koeficientu restituice*, který je definován jako poměr rychlosti po odrazu ku rychlosti při dopadu.
- g) Vypočítejte výšky jednotlivých poskoků a sestrojte graf jejich závislosti na pořadí odrazu.

Poznámky k provedení záznamu:

Záznam zvuku spusťte tlačítkem *Nahrávat* a ukončete tlačítkem *Zastavit*. Měli byste získat podobný průběh:



Pomocí tlačítka *Nástroj lupa* roztáhneme graf ve vodorovném směru:



Tlačítkem *Nástroj pro výběr* upravíme kurzor a umístíme jej na záznam prvního odrazu. Po kliknutí se v dolní části obrazovky objeví příslušný čas. Stejně určíme i časy dalších odrazů.

7. Určení Poissonovy konstanty

Pro výpočet Poissonovy konstanty byl proveden následující experiment: V uzavřené nádobě opatřené kohoutem byl plyn, jehož počáteční tlak byl $p_1 = 1,060 \cdot 10^5$ Pa a počáteční teplota shodná s teplotou okolí T_0 . Pak byl kohout otevřen a při poklesu tlaku na hodnotu atmosférického tlaku v okolí nádoby $p_0 = 1,000 \cdot 10^5$ Pa zase uzavřen. Vypuštění plynu proběhlo dostatečně rychle, takže děj uvnitř nádoby můžeme považovat za adiabatický. Teplota přitom poklesla na hodnotu T_1 . Po vyrovnání teplot mezi nádobou a jejím okolím znovu na hodnotě T_0 byl v nádobě naměřen tlak $p_2 = 1,017 \cdot 10^5$ Pa.

- Určete poměr $\frac{n_2}{n_1}$ množství látky v nádobě po a před vypuštěním plynu.
- Určete poměr teplot $\frac{T_1}{T_0}$.
- Jaká je hodnota Poissonovy konstanty?