

Kategorie B

1. Při lyžařských závodech ve sjezdu projel za bezvětří závodník nejprve po svahu 45° . V tomto úseku je tlak vzduchu 98 kPa, teplota -10°C . Ve druhé části jel lyžař po svahu se sklonem 30° vzhledem k vodorovné rovině, přičemž tlak vzduchu byl 99 kPa, teplota -5°C . Odporová síla proti pohybu lyžaře je úměrná druhé mocnině rychlosti a platí pro ni Newtonův vztah. Třecí síla je velmi malá. Lyžaře si můžeme modelovat jako desku o hmotnosti 80 kg, výšky 180 cm a šířky 60 cm, odporový součinitel je 1,12, vzduch považujte za ideální plyn. Zjistěte, jaké největší rychlosti při pohybu dosahuje lyžař v horním i dolním úseku trasy.

2. Dutá koule z homogenního skla je zcela naplněna vodou a otáčí se rovnoměrně kolem svislé osy procházející hmotným středem soustavy. V určitém okamžiku se vnějším působením skleněná koule vzhledem k okolí zastaví a ihned uvolní. Potom se soustava ustálí v rovnoměrném otáčivém pohybu kolem téže osy. Poměr úhlových rychlostí v počáteční a konečné fázi pohybu je 1,5. Poměr hustot skla a vody je 3,0.

a/ Popište tři hlavní fáze pohybu soustavy.

b/ Určete poměr momentů setrvačnosti vnitřního kulového tělesa z vody a celkové soustavy vzhledem ke svislé ose rotace procházející hmotným středem soustavy.

c/ Určete poměr vnějšího a vnitřního poloměru duté skleněné koule.

d/ Určete poměr hmotností vody a celé soustavy.

e/ Určete práci vykonanou vnějším působením na soustavu při zastavení duté skleněné koule. Určete poměr této práce a kinetické energie soustavy v počáteční fázi děje.

f/ Určete práci vykonanou soustavou ve třetí fázi děje. Určete poměr této práce a kinetické energie soustavy na počátku třetí fáze děje. Vysvětlete, proč je práce v obou případech záporná. Přesvědčte se o tom i z výsledků řešení. Určete poměr velikostí obou prací.

Rotující kapalinu považujte za tuhé těleso.

Poznámka : Prostudujte si články týkající se otáčivého pohybu tělesa v kapitolách 1 a 2 z knihy : Chytilová. M.: Mechanika, Škola mladých fyziků. Praha, SPN 1988.

3. Z bodu O, v jehož okolí můžeme považovat vektor tíhového zrychlení g za konstantní, vyhodíme malý míček pod úhlem α k vodorovné rovině. Míček prochází na trajektorii bodem A, který je ve výšce h nad vodorovnou rovinou. Vektor okamžité rychlosti míčku v tomto bodě svírá úhel β s vodorovnou rovinou.

a/ Určete vzdálenost OA_1 , kde A_1 je kolmý průmět bodu A do vodorovné roviny.

b/ Za jakých podmínek bude délka vrhu největší ?

4. Při určování voltampérové charakteristiky malé žárovky s jmenovitými hodnotami $U_j = 24\text{ V}$, $I_j = 0,10\text{ A}$ byly naměřeny hodnoty zachycené v tabulce :

U/V	1,0	3,0	6,0	9,0	12	15	18	21	24	27	30
I/mA	15	29	43	55	66	76	85	93	100	106	111

(Při měření jsme překročili jmenovité napětí, ale žárovka takového malé přetížení vydrží.)

V zapojení podle obr.B-1 budeme regulovat proud reostatem o maximálním odporu $R_p = 1\,000\ \Omega$. Pevný rezistor v obvodu má odpor $R_0 = 100\ \Omega$. Napětí zdroje je $U_0 = 40\text{ V}$, jeho vnitřní odpor a odpor vodičů můžeme zanedbat.

a/ Jaký odpor R_p musíme nastavit na reostatu, aby žárovkou procházel jmenovitý proud ?

b/ V jakém rozsahu můžeme proud žárovkou regulovat ? V jakém rozsahu se bude měnit napětí na žárovce a její příkon ?

K řešení použijte voltampérovou charakteristiku žárovky.

5. Čerpací cisterna je opatřena záklopkou Z_1 a Z_2 , jejichž funkce je zřejmá z obr.B-2. Čerpání probíhá takto :

a/ Do prázdné cisterny rozprášíme $m = 20\text{ g}$ benzínu a zapálíme; teplota a tlak rychle vzrostou z hodnot p_0 a T_0 na p_1 a T_1 .

b/ Záklopka Z_1 se otevře a tlak rychle klesne na hodnotu atmosferického tlaku okolí; Z_1 se uzavře.

c/ Zbývajícím vzduch v cisterně se ochlazuje na počáteční teplotu T_0 a pokles tlaku způsobí, že přes záklopkou Z_2 vniká do cisterny voda s teplotou T_0 .

Hladina vody v jímce je stále 1 m pod záklopkou Z_2 . Cisterna má tvar válce s podstavou $S = 2\text{ m}^2$ a objemem $V_0 = 3\text{ m}^3$. Osa válce je svislá. Počáteční teplota $t_0 = 15^\circ\text{C}$ a počáteční i atmosferický tlak je $p_0 = 1,013 \cdot 10^5\text{ Pa}$.

Kolik vody lze maximálně načerpat jednou dávkou paliva ?

(Potřebné údaje vyhledejte v Matematicko - fyzikálních tabulkách.)

6. Univerzální frekvenční charakteristiky sériového jednobranu RC.

Teorie :

Sériový jednobran RC vznikne sériovým spojením rezistoru o rezistanci R a kondenzátoru o kapacitě C . Impedance tohoto jednobranu je

$$Z = R - \frac{j}{\omega C}$$

Poměrná impedance

$$z = \frac{Z}{R} = 1 - \frac{j}{RC\omega}$$

má absolutní hodnotu

$$z = \sqrt{\left(1 + \frac{1}{\omega^2 R^2 C^2}\right)}$$

a argument (fázi)

$$\varphi = - \arctg \frac{1}{\omega RC}$$

Zavedme mezní frekvenci

$$f_m = \frac{1}{2\pi RC}$$

Pak

$$z = \sqrt{1 + \frac{f_m^2}{f^2}}, \quad \varphi = -\arctg \frac{f_m}{f}$$

- Diskuse : a) Pro $f \ll f_m$ platí $z \rightarrow \infty$, $\varphi \rightarrow -\pi/2$,
 b) Pro $f \gg f_m$ platí $z \rightarrow 1$, $\varphi \rightarrow 0$,
 c) Pro $f = f_m$ platí $z = \sqrt{2}$, $\varphi = -\pi/4$.

Univerzální frekvenční charakteristiky sériového jednobranu RC (obr.B-3) jsou grafy závislosti veličin z a φ na poměrné frekvenci f/f_m . Univerzální se nazývají proto, že jejich průběh nezávisí na konkrétních hodnotách veličin R , C . Stupnici poměrné frekvence volíme obvykle logaritmickou a absolutní hodnotu poměrné impedance vyjadřujeme v decibelech $z_{dB} = 20 \log z$.

Úkol : Na základě měření v obvodu střídavého proudu určete univerzální frekvenční charakteristiky sériového jednobranu RC a jejich průběh porovnejte s teoretickými předpoklady.

Pomůcky : Tónový generátor, nízkofrekvenční milivoltmetr, můstek RC, rezistor o jmenovité hodnotě odporu $1 \text{ k}\Omega$, kondenzátor o jmenovité hodnotě kapacity $0,1 \text{ }\mu\text{F}$, spojovací vodiče.

Provedení úlohy :

- a/ Pomocí můstku RC změřte odpor rezistoru a kapacitu kondenzátoru.
 b/ Vypočítejte mezní frekvenci f_m .
 c/ Měření frekvenčních charakteristik proveďte v zapojení dle obr.B-4. Frekvenci měňte v rozsahu $0,1 f_m$ až $10 f_m$. Naměřené a vypočtené hodnoty запиšte do tabulky :

f/f_m	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10
f/Hz							
U/V							
U_R/V							
z							
z_{dB}							
$\text{tg } \varphi$							

Při výpočtu použijte vztahy :

$$I = \frac{U_R}{R}, \quad Z = \frac{U}{I} = \frac{U}{U_R} R, \quad z = \frac{Z}{R} = \frac{U}{U_R}, \quad \cos \varphi = \frac{U_R}{U}.$$

Poslední vztah odvodíme z fázového diagramu na obr.B-5.

- d/ Sestrojte frekvenční charakteristiky a popište jejich průběh. Jaký praktický význam má mezní frekvence f_m ?

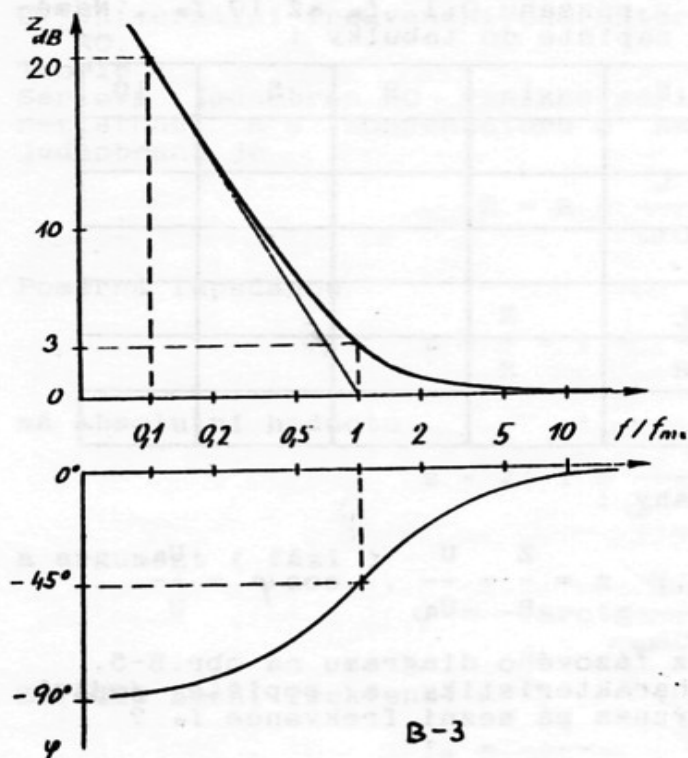
7. Hokejový puk byl položen na vodorovnou rovinu do bodu A ve vzdálenosti $d_1 = 2,0 \text{ m}$ od dolního konce B nakloněné roviny se sklonem $\alpha = 35^\circ$. Úderem hokejky byla puku udělena počáteční rychlost o velikosti v_0 ve směru k bodu B, tak velká, že puk vystoupil po nakloněné rovině až do bodu C ve vzdálenosti $d_2 = 3,0 \text{ m}$ od bodu B. Po dosažení bodu C sklouzl puk zpět a zastavil se v bodě D ve vzdálenosti $d_3 = 1,5 \text{ m}$ od bodu B. (viz obr.B-6). Součinitel smykového tření během celého pohybu byl konstantní. Přechod mezi vodorovnou a nakloněnou rovinou je zaoblen, aby zde nedošlo k nárazu. Průměr puku považujte za zanedbatelný v porovnání s d_1 , d_2 , d_3 .

a/ Charakterizujte jednotlivé fáze pohybu.

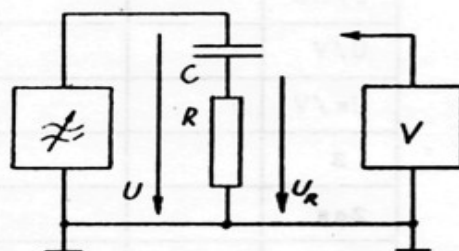
b/ Určete :

- součinitel f smykového tření,
- velikost počáteční rychlosti v_0 ,
- velikost rychlosti v_1 při prvním průchodu puku bodem B,
- velikost rychlosti v_2 při druhém průchodu puku bodem B,
- dobu trvání jednotlivých fází pohybu a celkovou dobu pohybu.

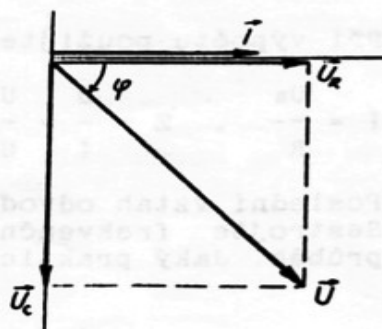
c/ Znázorněte graficky, jak závisela velikost rychlosti puku na čase.



B-3



B-4



B-5