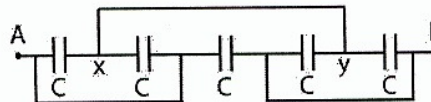


ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2004. - 3. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Odredi ukupni kapacitativni otpor dijela strujnog kruga koji je prikazan na slici. Pad napona među točkama A i B je 220 V, frekvencije 50 kHz. Kondenzatori su identični, svaki kapaciteta 1 μF .

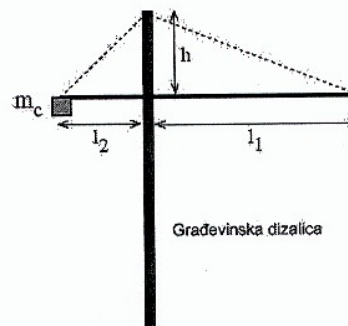


2. zadatak (10 bodova)

Rhinolophus (vrsta šišmiša) emitira zvuk iz nosnica, zatim osluškuje frekvenciju zvuka koji se reflektira od njegovog plijena i na taj način određuje brzinu plijena. *Rhinolophus* leti brzinom od 3.9 m/s, emitira zvuk frekvencije 80.7 kHz; zvuk je reflektiran od insekta koji leti prema njemu i ima frekvenciju 83.5 kHz. Kojom brzinom leti kukac? Brzina zvuka je 340 m/s.

3. zadatak (10 bodova)

Vaš zadatak je konstruirati građevinsku dizalicu. U tu svrhu imate na raspolaganju dva čelična kraka čije su mase $m_1 = 9000$ kg i $m_2 = 3000$ kg, a duljine $l_1 = 45$ m i $l_2 = 15$ m. Oni su spojeni na vertikalni «jarbol» dizalice i pričvršćeni su kablovima, kao što je prikazano na slici.

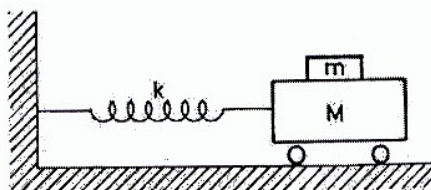


- Koliku masu, m_c , morate pričvrstiti na kraj drugog kraka da bi dizalica bila savršeno uravnotežena u trenucima kada nije opterećena dodatnim teretom?
- Držač kablova je visok $h = 15$ m. Kolike su napetosti na kablovima koji pridržavaju krakove?

4. zadatak (10 bodova)

Za prikazani oscilatorni sustav nađi maksimalnu amplitudu oscilacija tako da gornja masa ne sklizne.

Koeficijent trenja među masama je μ .



5. zadatak (10 bodova)

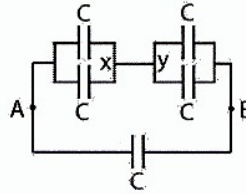
Marlena je vesela djevojka koja voli pjevati dok se tušira. Njen glas ima raspon od 3 oktave, počinjući od tona C ispod srednjeg C (srednji C je 256 Hz). U slučaju da ne znate, ton koji je za oktavu viši od drugog ima duplo veću frekvenciju. Tuš-kabina ima dimenzije 1.5 m x 1 m x 2m. Koliko raznih stojnih valova u tuš kabini može pobuditi njen glas? (To su rezonantni tonovi.) Koliko je to raznih frekvencija? Zanemari bilo kakvo međudjelovanje njenog tijela sa zvukom. Također pretpostavi da se zvuk neovisno širi u 3 međusobno okomita smjera i da je njegova brzina 331 ms^{-1} .

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2004. - 3. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Ekvivalentni krug je:

[5 bodova]



Sa slike je očito da imamo dva paralelna spoja po dva kondenzatora, koji su međusobno serijski spojeni, a ta kombinacija je zatim spojena u paralelu s jednim kondenzatorom.

Vrijedi sljedeće:

$$\frac{1}{Z_{xA}} = \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z}, \quad Z_{xA} = \frac{Z}{2}, \quad Z_{xA} = Z_{xB}, \quad [2 \text{ boda}]$$

$$\frac{1}{Z_{uk}} = \frac{1}{Z} + \frac{1}{\frac{Z}{2} + \frac{Z}{2}}, \quad Z_{uk} = \frac{Z}{2} \quad [2 \text{ boda}]$$

gdje nam Z označava kapacitivni otpor jednog kondenzatora, $\frac{1}{\omega C}$.

Iz toga proizlazi da je ukupni kapacitivni otpor $Z_{uk} = \frac{1}{2\omega C} = 10 \Omega$. [1 bod]

2. zadatak (10 bodova)

Zvuk koji dolazi do insekta ima frekvenciju $f' = f_0 \frac{v_{zv} + v_{ins}}{v_{zv} - v_{rhin}}$. [3 boda]

Taj zvuk se reflektira i dolazi do šišmiša ovom frekvencijom $f'' = f' \frac{v_{zv} + v_{rhino}}{v_{zv} - v_{ins}}$. [4 boda]

Iz toga se jednostavno vidi da je brzina insekta, v_{ins} , dana izrazom:

$$v_{ins} = v_{zv} \left[\frac{f''(v_{zv} - v_{rhino}) - f_0(v_{zv} + v_{rhino})}{f''(v_{zv} - v_{rhino}) + f_0(v_{zv} + v_{rhino})} \right] = 2.0 \text{ m/s} \quad [3 \text{ boda}]$$

3. zadatak (10 bodova)

a) Uvjet koji tražimo je da je ukupni moment sile u odnosu na os koja prolazi kroz točku u kojoj su kraci spojeni na vertikalni nosač jednak nuli. Moment zbog gravitacije koji djeluje na krak 1 centriran je kroz središte kraka. Identično vrijedi za krak 2. Moment zbog dodatne težine na kraju drugog kraka jednak je umnošku gravitacijske sile i udaljenosti od mase do točke spajanja krakova.

Dakle, ukupni moment sile je:

$$\sum M_0 = -m_1 g \frac{l_1}{2} + m_2 g \frac{l_2}{2} + m_c g = 0 \quad [2 \text{ boda}]$$

$$m_c = \frac{1}{2} \left(m_1 \frac{l_1}{l_2} - m_2 \right) = 12000 \text{ kg} . \quad [2 \text{ boda}]$$

b) Tražimo da je ukupni moment sile na svaki krak jednak. U ovom slučaju, napetosti koje djeluju na kabel koji pridržava krakove su sile, T_1 i T_2 koje djeluju na krajeve krakova i na vertikalni nosač. Neka je θ_1 kut između prvog nosača.

Moment koji djeluje na prvi krak je:

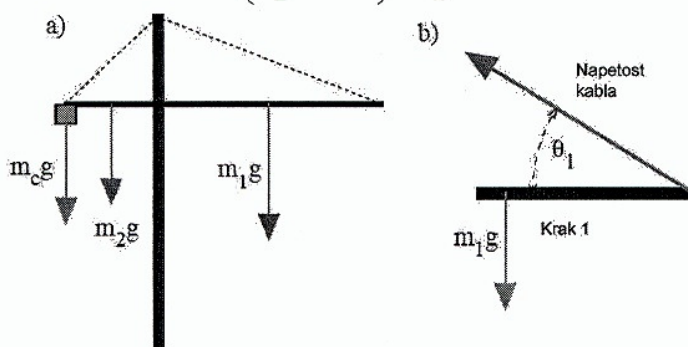
$$\sum M_0 = 0 = l_1 T_1 \sin \theta_1 - \frac{l_1}{2} m_1 g . \quad [2 \text{ boda}]$$

$$T_1 = \frac{m_1 g \sqrt{l_1^2 + h^2}}{2h} = 139000 \text{ N} \quad [1 \text{ boda}]$$

Slično je i s drugim krakom:

$$\sum M_0 = 0 = -l_2 T_2 \sin \theta_2 + \frac{l_2}{2} m_2 g + l_2 m_c g \quad [2 \text{ boda}]$$

$$T_2 = \left(\frac{m_2 g}{2} + m_c g \right) \frac{\sqrt{l_2^2 + h^2}}{h} = 187000 \text{ N} . \quad [1 \text{ bod}]$$



4. zadatak (10 bodova)

Maksimalna akceleracija koju može «podnijeti» m određena je uvjetom $m \cdot a = \mu \cdot m \cdot g$.

[3 boda]

Maksimalna akceleracija tijela koje izvodi sinusoidalno gibanje je $a = A \cdot \omega^2$.

[3 boda]

U našem slučaju je $\omega^2 = \frac{k}{m + M}$,

[2 boda]

pa je tražena amplituda $A = \frac{M + m}{k} \mu g$.

[2 boda]

5. zadatak (10 bodova)

Valovi moraju imati čvorove na reflektirajućim površinama (u ovom slučaju zidovima tuš-kabine), odnosno između njih mora stati cijeli broj valnih poluduljina (polovica vala, cijeli val, val i po, itd...). Dakle, koje god valne duljine su moguće, neki cijeli broj puta broj valnih poluduljina mora biti jednak udaljenosti među zidovima. Ostalo ovisi o brzini vala, u našem slučaju 331 ms^{-1} .

[2 boda]

Iz relacije $f \cdot \lambda = v_{zv}$ lako se izračunaju valne duljine. Marlenin niski ton je 128 Hz , tj. Valne dužine 2.59 m ; a njen visoki ton je 1024 Hz , tj. Valne dužine 0.323 m . Ukoliko poluduljine

ovih valnih duljina stanu u tuš-kabinu dimenzija 1.5 m x 1 m x 2 m, onda u dvostruko veće dimenzije mora stati cijeli broj punih valnih duljina (tj. $\lambda = \frac{L}{n}$): [3 boda]

U smjeru x : 3.0 m ($n = 1$) je predugačko; 1.5 m, 1 m, 0.75 m, 0.6 m, 0.5 m, 0.429 m, 0.375 m, 0.333 m ($n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$) su u redu; 0.3 m ($n = 10$) je prekratko. Znači, u tom smjeru Marlena može pjevati 8 različitih tonova koji će rezonirati. [1 bod]

U smjeru y : 2 m, 1 m, 0.666 m, 0.5 m, 0.4 m, 0.333 m, ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$) su u redu; 0.286 ($n = 7$) je prekratko. Dakle, 6 rezonantnih frekvencija. [1 bod]

U smjeru z : 4 m ($n = 1$) je predugačko, 2 m, 1.33 m, 1 m, 0.8 m, 0.666 m, 0.571 m, 0.5 m, 0.444 m, 0.4 m, 0.363 m, 0.333 m, ($n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$) su OK; 0.307 m ($n = 13$) je prekratko. Dakle, 11 rezonantnih frekvencija. [1 bod]

Na prvi pogled čini se da postoji $8 + 6 + 11 = 25$ rezonantnih frekvencija, no 0.333 m smo brojali 3 puta, također i 1 m i 0.5 m. Različite rezonantne valne duljine su: 2 m, 1.5 m, 1.33 m, 1 m, 0.8 m, 0.75 m, 0.6 m, 0.666 m, 0.571 m, 0.5 m, 0.444 m, 0.429 m, 0.4 m, 0.363 m, 0.333 m, tj. 16 različitih frekvencija koje će biti rezonantne u smjerovima x , y ili z . [2 boda]