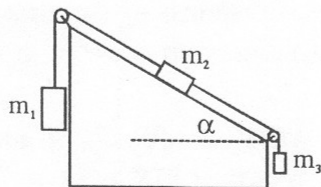


ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА
34. САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА
VII разред

1. Аутомобил крене из стања мировања убрзањем $a = 1 \text{ m/s}^2$ и након $t_1 = 3 \text{ s}$ од почетка кретања почиње да емитује звучни сигнал сиреном непрестано у трајању од $\tau = 5 \text{ s}$. Колико дуго посматрач чује сигнал, ако се налази уз ивицу пута, а аутомобил се од њега удаљава? Сматрати да се аутомобил све време креће равномерно убрзано, а за брзину звука у ваздуху узети да је $c = 340 \text{ m/s}$. (25 поена)
2. Три тела масе $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$ и $m_3 = 1 \text{ kg}$ везана су ужетом као на слици. Нагибни угао стрме равни на којој се налази тело m_2 је $\alpha = 30^\circ$. Ако је коефицијент трења између стрме равни и тела на њој $\mu = 0,2$ израчунати убрзање система. (20 поена)
3. Тело слободно пада са висине $h = 100 \text{ m}$. У исто време када је то тело почело да пада, са Земље је избачено вертикално навише друго тело неком почетном брзином v_0 . Колика треба да буде брзина v_0 да би се тела срела на половини висине? (15 поена)
4. У топлотно изолованом суду налазе се две течности на почетним температурама T_1 и T_2 чије су специфичне топлоте $c_1 = 4,18 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ и $c_2 = 2,42 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$. Течности су на почетку раздвојене топлотно непроводном преградом. Уклањањем преграде и након успостављања топлотне равнотеже разлика између почетне температуре једне од течности и успостављене температуре смеше T је два пута мања од разлике почетних температура течности. Одредити однос маса течности m_1/m_2 . (20 поена)
5. Звучна виљушка фреквенције $\nu = 1024 \text{ Hz}$ трепери над цилиндричним судом пречника $d = 3 \text{ cm}$ и дужине $l = 63 \text{ cm}$. Ако је суд напуњен водом, а из њега полако истиче вода кроз отвор на дну, на којим висинама ваздушног стуба долази до појачања звука (резонанције)? Колико је воде истекло између прве и последње појаве резонанције. Температура просторије у којој се врши мерење је 17° C . Брзина звука на 0° C износи $c_0 = 331,5 \text{ m/s}$. Узети у обзир да је брзина звука пропорциона квадратном корену из апсолутне температуре ($c \sim \sqrt{T}$). Густина воде је 10^3 kg/m^3 . (Запремина ваљка је $V = \pi r^2 h$.) (20 поена)



Напомена: За убрзање Земљине теже узети $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Задатке припремио: др Иван Манчев

Рецензент: Бранко Јовановић

Председник комисије: др Надежда Новаковић

ЈУГОСЛОВЕНСКО ДРУШТВО ФИЗИЧАРА
34. САВЕЗНО ТАКМИЧЕЊЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА

Решење задатака

VII разред

1. Нека је A тачка у којој почиње емитовање звучног сигнала, а B тачка у којој се звучни сигнал завршава. Растојање између тих тачака је $\overline{AB} = v_0\tau + \frac{1}{2}a\tau^2$ где је $v_0 = at_1 = 3m/s$ брзина аутомобила на крају треће секунде. Ако се посматрач налази на растојању d од аутомобила у тренутку када је укључена сирена, он чује почетак сигнала у тренутку $t_2 = t_1 + d/c$. Аутомобил стиже у B у тренутку $t' = t_1 + \tau$ и у том тренутку завршава емитовање сигнала. Посматрач чује крај сигнала у $t_3 = t_1 + \tau + (d + \overline{AB})/c$. Трајање сигнала је

$$\Delta t = t_3 - t_2 = \tau + (v_0 + \frac{1}{2}a\tau)\frac{\tau}{c} = 5,08 s.$$

2. Сила трења је $F_{tr} = \mu m_2 g \sqrt{3}/2$. Из једначине кретања $m_1 g - m_2 g/2 - m_3 g - F_{tr} = (m_1 + m_2 + m_3)a$ добија се тражено убрзање

$$a = g \frac{m_1 - m_3 - m_2(1 + \mu\sqrt{3})/2}{m_1 + m_2 + m_3} = 1,09 \frac{m}{s^2}.$$

3. За тело које слободно пада $\frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt^2$; за тело које се вертикално пење $\frac{h}{2} = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$. На основу ових једначина добија се $v_0 = gt$, а из прве $t = \sqrt{h/g}$; заменом у v_0 добија се $v_0 = \sqrt{gh} = 31,62 m/s$.

4. Нека је $T_1 > T_2$. Тада је на основу успостављене равнотеже: $c_1 m_1 (T_1 - T) = c_2 m_2 (T - T_2)$, а однос маса је:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2}{c_1} \left(\frac{T - T_2}{T_1 - T} \right).$$

На основу услова задатка је: $2(T_1 - T) = T_1 - T_2 = (T_1 - T) + (T - T_2)$ тј. $T_1 - T = T - T_2$, што значи да је однос маса $m_1/m_2 = c_2/c_1 = 0,579$. Наравно, исто решење се добија и ако се претпостави да је $T_2 > T_1$.

5. Ако је брзина звука на $0^\circ C$ ($T_0 = 273K$) $c_0 = 331,5 m/s$, онда брзина на температури од 17° ($T = 17 + 273 = 290K$) може да се добије из једначина: $c_0 = k\sqrt{T_0}$ и $c = k\sqrt{T}$ где је k нека константа пропорционалности, дакле $c = c_0\sqrt{T/T_0} = 341,66 m/s$. До резонанције доћи ће на висинама: $h_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4\nu} = 8,34 cm$; $h_2 = 3\frac{\lambda}{4} = 3h_1 = 25,02 cm$; $h_3 = 5\frac{\lambda}{4} = 5h_1 = 41,7 cm$; $h_4 = 7\frac{\lambda}{4} = 7h_1 = 58,38 cm$. Тражена маса воде која истече је: $m = \rho V = \rho d^2 \pi (h_4 - h_1)/4 = 0,353 kg$.