

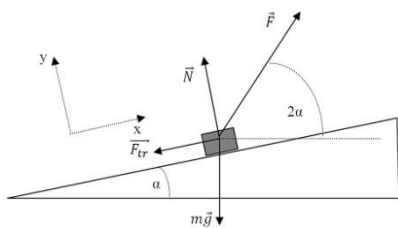


III  
РАЗРЕД

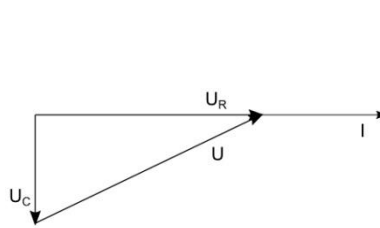
Друштво физичара Србије  
Министарство просвете, науке и технолошког  
развоја Републике Србије  
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА- АЛФА

ОПШТИНСКИ НИВО  
19.02.2022.

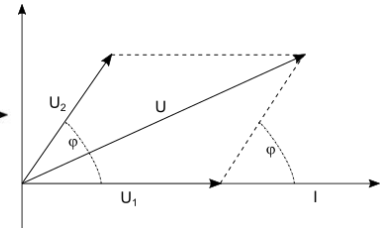
- Поставимо координатни систем тако да се  $x$  оса поклапа са правцем и смером кретања тела док је  $y$  оса ортогонална на површину подлоге (Слика 1). Тада је угао који сила  $F$  заклапа са  $x$  осом  $\alpha$ . Други Њутнов закон пројектован на осе система даје следеће једначине:  $ma = btcos\alpha - mgsin\alpha - \mu N$  (4п) и  $0 = btsin\alpha + N - mgcos\alpha$  (4п). У тренутку одвајања од подлоге сила нормалне реакције подлоге је нула,  $N = 0$  (3п). Из тог услова добијамо тренутак полетања тела,  $t = \frac{mg \cos\alpha}{b \sin\alpha}$  (4п). Заменом у прву једначину добијамо:  $a = g \frac{\cos 2\alpha}{\sin\alpha}$  (5п).
- На шипку делују гравитациона и Амперова сила, које су супротно усмерене, па је  $ma = mg - Ilb$  (5п). Како је  $I = \frac{\varepsilon}{R}$ , а  $\varepsilon = Blv$ , следи да је  $ma = mg - \frac{B^2 l^2 v}{R}$  (6п). Шипка почне да се креће равномерно када се изједначе гравитациона и Амперова сила:  $0 = mg - \frac{B^2 l^2 v_{max}}{R}$  (4п). Како је  $m = \rho l S$  (1п) и  $R = \sigma \frac{l}{S}$  (1п), следи  $v_{max} = \frac{\rho g \sigma}{B^2}$  (3п).
- Када се рам спусти за малу висину  $\Delta z$ , флукс се промени за  $\Delta\Phi = a\Delta z[B(z+a) - B(z)] = ka^2\Delta z$ , где смо са  $z$  означили висину врха рама. Ова промена флукса индукује електромоторну силу интензитета  $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{ka^2\Delta z}{\Delta t} = ka^2v_z$  (5п), где је  $v_z = \frac{\Delta z}{\Delta t}$  пројекција брзине рама на  $z$ -осу. Кроз рам тече струја  $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{ka^2v_z}{R}$  која, према Ленцовом правилу, има смер супротан од смера казаљке на сату (2п). До успостављања константне брзине долази зато што је магнетно поље нехомогено, па на доњу страну делује Амперова сила већег интензитета него на горњу (2п). Силе на друге две стране се међусобно поништавају (2п). Када се успостави константна брзина, сума свих сила које делују на рам је једнака нули, односно  $mg = Ia[B(z+a) - B(z)] = \frac{k^2 a^4 u_z}{R}$ , одакле налазимо  $u_z = \frac{mgR}{k^2 a^4}$  (4п). Како је  $u = \sqrt{u_x^2 + u_z^2}$ , а  $u_x = v_0$  се не мења, налазимо  $v_0 = \sqrt{u^2 - \frac{m^2 g^2 R^2}{k^4 a^8}} = 3,5 \text{ m/s}$  (4+1п).
- Задатак се може решити преко фазора (Слика 2) (2п). Тренутна бредност разлике потенцијала тачака  $m$  и  $n$  је  $U = \varphi_m - \varphi_n = (\varphi_m - \varphi_a) + (\varphi_a - \varphi_n) = -U_C + U_R$  (8п), односно једнака је разлици тренутних вредности напона на термогеном отпору и кондензатору. Ако су на векторском дијаграму напони  $U_R$  и  $U_C$  представљени векторима  $\vec{U}_R$  и  $\vec{U}_C$ , онда напону између тачака  $m$  и  $n$  одговара вектор  $\vec{U} = \vec{U}_R - \vec{U}_C$  (4п). Амплитуда напона између  $m$  и  $n$  једнака је интензитету тог вектора, тј.  $U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} = 25 \text{ V}$  (5+1п)
- Количина топлоте која се ослободи на калему је  $Q = U_2 It \cos\varphi$  (3п), где је  $I = \frac{U_1}{R}$  (2п), а  $\cos\varphi$  да се одреди на основу фазног дијаграма – нацртан дијаграм – Слика 3 (2п):  $U^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2U_1 U_2 \cos(180^\circ - \varphi)$  (4п),  $\cos(180^\circ - \varphi) = -\cos\varphi$  (2п), па је  $\cos\varphi = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1 U_2}$  (3п). Коначно добијамо да је  $Q = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2R} t = 1,8 \text{ kJ}$  (3+1п).



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.

Члановима комисије желимо успешан рад и пријатан дан!