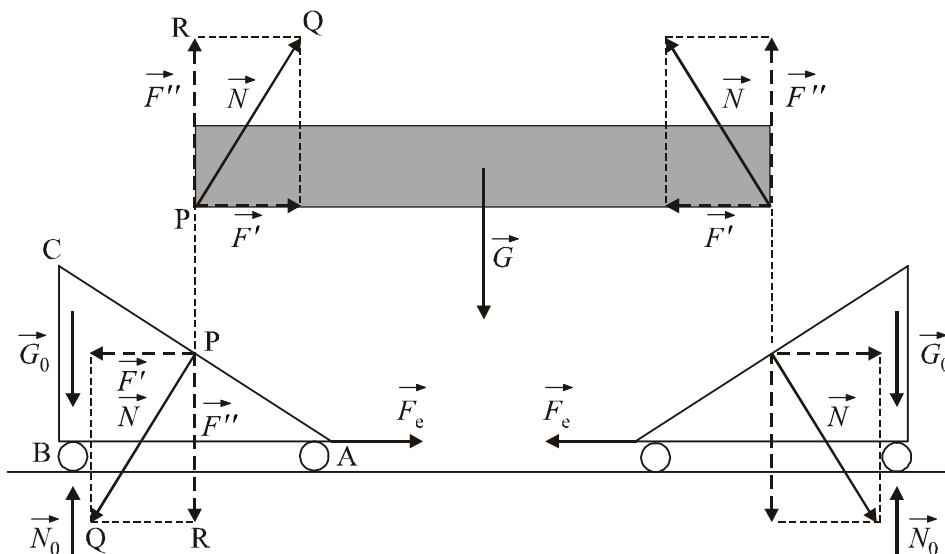




Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului
Inspectoratul Școlar Județean – TIMIȘ
CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “EVRIKA!”
 Ediția a 21-a, 8 – 10 aprilie 2011, Timișoara
CLASA a VII-a

Subiectul 1 – Rezolvare

a) Forțele care acționează asupra fiecărui element al sistemului, asigurând echilibrul acestuia, sunt reprezentate în figura alăturată.



Deoarece $PQ \perp AC$, rezultă: $\Delta ABC \sim \Delta PRQ$;

$$\frac{AC}{PQ} = \frac{BC}{QR}; \frac{l}{N} = \frac{h}{F'};$$

$$F' = N \frac{h}{l}.$$

Din triunghiul dreptunghic PQR, rezultă:

$$F'' = N \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}}.$$

Din condiția de echilibru a scândurii rezultă:

$$2\vec{F}'' = \vec{G};$$

$$2N \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} = mg;$$

$$N = \frac{mgl}{2\sqrt{l^2 - h^2}}.$$

Din condiția de echilibru a fiecărui cărucior, rezultă:

$$\vec{N} + \vec{G}_0 + \vec{N}_0 + \vec{F}_e = 0,$$

unde \vec{F}_e – forța elastică din resortul deformat prin întindere;

$$\vec{F}' + \vec{F}_e = 0 \text{ (echilibrul pe direcție orizontală);}$$

$$\vec{G}_0 + \vec{F}'' + \vec{N}_0 = 0 \text{ (echilibrul pe direcție verticală);}$$

$$F' = F_e; F' = k\Delta y;$$

$$k\Delta y = \frac{mgh}{2\sqrt{l^2 - h^2}};$$

$$\Delta y = \frac{mgh}{2k\sqrt{l^2 - h^2}}.$$

b) Forțele care acționează asupra fiecărui element al sistemului, reprezentate în figura alăturată, asigură echilibrul acestora, astfel încât avem:

$$\vec{G} + \vec{T} = 0; \vec{T} + \vec{F}_e = 0;$$

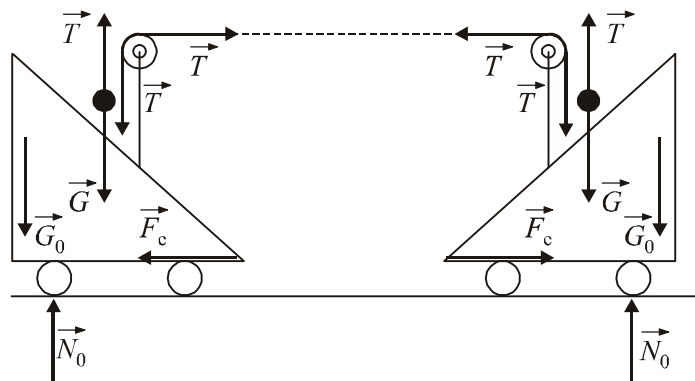
$$\vec{T} + \vec{G}_0 + \vec{N}_0 = 0,$$

unde \vec{T} – tensiunea din fir, \vec{F}_e – forța elastică din resortul deformat prin comprimare;

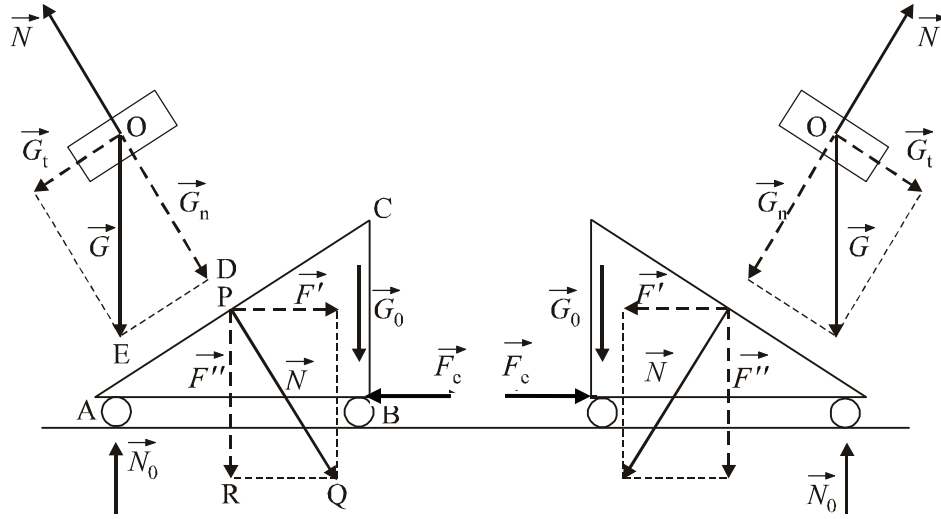
$$T = mg;$$

$$T = k\Delta y;$$

$$\Delta y = \frac{mg}{k}.$$



c) În figura alăturată sunt reprezentate forțele care acționează asupra fiecărui element al sistemului.



Deoarece $OD \perp AC$ și $OE \perp AB$, rezultă că $\Delta ABC \sim \Delta ODE$, astfel încât avem:

$$\frac{AC}{OE} = \frac{BC}{OD}; \quad \frac{l}{G} = \frac{h}{G_n};$$

$$G_n = G \frac{h}{l}; \quad G_n = mg \frac{h}{l}.$$

Căruciorul fiind în repaus, rezultanta forțelor care acționează asupra sa este nulă:

$$\vec{N} + \vec{G}_0 + \vec{F}_e + \vec{N}_0 = 0,$$

unde \vec{F}_e – forța elastică din resortul deformat prin comprimare;

$$\vec{F}' + \vec{F}_e = 0 \text{ (echilibrul pe direcție orizontală);}$$

$$\vec{F}'' + \vec{G}_0 + \vec{N}_0 = 0 \text{ (echilibrul pe direcție verticală);}$$

$$F' = F_e; \quad F' = k\Delta y.$$

Deoarece $PQ \perp AC$, rezultă $\Delta ABC \sim \Delta PQR$, astfel încât:

$$\frac{AC}{PQ} = \frac{BC}{QR}; \quad \frac{l}{N} = \frac{h}{F'};$$

$$F' = N \frac{h}{l}.$$

Deoarece căruciorul este în repaus, rezultanta forțelor care acționează asupra corpului de-a lungul perpendicularei pe suprafața căruciorului este nulă:

$$\vec{N} + \vec{G}_n = 0; \quad N = G_n = mg \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Rezultă:

$$F' = mg \frac{h}{l} \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} = k\Delta y; \quad \Delta y = \frac{mg}{k} \frac{h\sqrt{l^2 - h^2}}{l^2} \dots$$



Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului
Inspectoratul Școlar Județean – TIMIȘ
CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “EVRIKA!”
Ediția a 21-a, 8 – 10 aprilie 2011, Timișoara
CLASA a VII-a

Subiectul 2 – Rezolvare

a)
$$Y = 7 \frac{F}{k} + 6 \cdot 2 \frac{2F}{k} = 31 \frac{F}{k}; \Delta x = \frac{2F}{k}; d = d_0 - \frac{4F}{k}.$$

b)

$$\Delta l_4 = m_4 g / 2k;$$

$$\Delta l_3 = m_3 g / 2k + m_4 g / 4k;$$

$$\Delta l_2 = m_2 g / 2k + m_3 g / 4k + m_4 g / 8k;$$

$$\Delta l_1 = m_1 g / 2k + m_2 g / 4k + m_3 g / 8k + m_4 g / 16k.$$

c) Fiecare sfert de resort este echivalent cu un resort a cărui constantă de elasticitate este $4k$.

Dacă pisica ar aluneca uniform pe fir, fără a se sprijini pe tijele orizontale, în orice moment din timpul coborârii, lungimea scării formată din cele două resorturi laterale și cele patru tije orizontale ar fi:

$$l = l_0 + \frac{mg}{8k},$$

iar lungimea firului, pentru ca pisica să poată ajunge, fără oprire, la tija inferioară, ar trebui să fie:

$$L = \frac{3l_0}{4}.$$

Atunci când, alunecând pe fir, pisica se oprește pe fiecare tijă întâlnită, lungimile scării sunt:

$$l_4 = l_0 + \frac{mg}{8k}; l_3 = l_0 + \frac{2mg}{8k};$$

$$l_2 = l_0 + \frac{3mg}{8k}; l_1 = l_0 + \frac{4mg}{8k},$$

iar lungimea firului, pentru ca pisica să poată ajunge până la tija inferioară, ar trebui să fie:

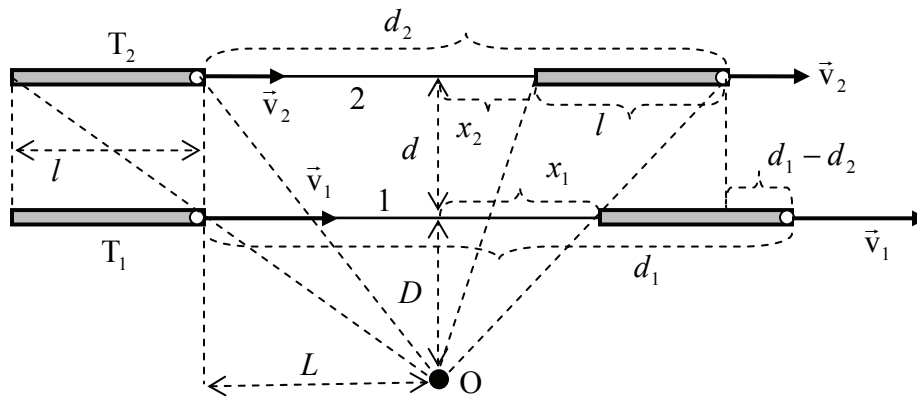
$$l_{\min} = \frac{3l_1}{4} = \frac{3}{4} \left(l_0 + \frac{4mg}{8k} \right).$$



Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului
Inspectoratul Școlar Județean – TIMIȘ
CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ “EVRIKA!”
Ediția a 21-a, 8 – 10 aprilie 2011, Timișoara
CLASA a VII-a

Subiectul 3 – Rezolvare

a) În figura alăturată sunt reprezentate pozițiile celor două trenuri, atunci când observatorul O are, de fiecare dată, vizibilitate completă asupra trenului T_2 . Corespunzător notațiilor din figură, rezultă:



$$\frac{l}{L} = \frac{d}{D}; L = \frac{LD}{d};$$

$$d_1 = v_1 t = L + x_1 + l; d_2 = v_2 t = L + x_2 + l;$$

$$d_1 - d_2 = (v_1 - v_2)t = x_1 - x_2;$$

$$\frac{x_1}{x_2 + l} = \frac{D}{d + D};$$

$$(x_1 - x_2)D + x_1 d = lD;$$

$$L + x_1 + l - (d_1 - d_2) = d_2 = v_2 t;$$

$$x_1 = (d_1 - d_2) + v_2 t - (l + L);$$

$$(x_1 - x_2)D + d[(d_1 - d_2) + v_2 t - (l + L)] = lD;$$

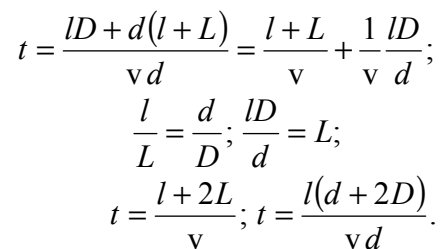
$$(d_1 - d_2)(d + D) + v_2 t d = lD + d(l + L);$$

$$t[(v_1 - v_2)(d + D) + v_2 d] = lD + d(l + L);$$

$$t = \frac{lD + d(l + L)}{(v_1 - v_2)(d + D) + v_2 d};$$

$$t = \frac{l(d + 2D)}{(v_1 - v_2)(d + D) + v_2 d}.$$

Corespunzător cazului particular, $v_1 = v_2 = v$, reprezentat în figura alăturată, rezultă:



The diagram illustrates a mechanical system. A horizontal rope is fixed to a wall on the left and passes over a pulley on the right. A weight is suspended from the pulley. The forces acting on the system are as follows:

- At the left end of the rope:**
 - \vec{F}_f : Friction force pointing to the left.
 - \vec{F}_e : External force pointing to the left.
 - \vec{N} : Normal force pointing upwards.
 - \vec{T}_{1x} : Horizontal component of the tension force pointing to the right.
 - \vec{T}_{1y} : Vertical component of the tension force pointing downwards.
- At the pulley:**
 - \vec{T}_1 : Tension force pointing down and to the left, making a 30° angle with the horizontal dashed line.
 - \vec{T}_2 : Tension force pointing up and to the right, making a 60° angle with the vertical dashed line.
 - \vec{G} : Gravitational force (weight) pointing downwards.
- Force decomposition diagram (bottom):**
 - Shows the tension vector \vec{T}_1 being decomposed into its horizontal component \vec{T}_{1x} and vertical component \vec{T}_{1y} .
 - The angle between \vec{T}_1 and the horizontal dashed line is 30° .
 - The angle between \vec{T}_1 and the vertical dashed line is 60° .
 - The horizontal component is labeled T_{1x} and the vertical component is labeled T_{1y} .

$$\begin{aligned}\vec{T}_1 + \vec{F}_f + \vec{F}_e + \vec{N} &= 0; \\ \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{G} &= 0; \\ T_1 = T_2 = G &= mg; \\ T_{1y} = \frac{T_1}{2} = \frac{mg}{2}; T_{1x} &= \sqrt{T_1^2 - T_{1y}^2} = mg \frac{\sqrt{3}}{2}; \\ T_{1x} - F_f - F_e &= 0;\end{aligned}$$

$$F_f = T_{1x} + F_e = mg \frac{\sqrt{3}}{2} - k\Delta x;$$

$$N = T_{1y} = \frac{mg}{2} = F.$$

c) Forțele care acționează asupra fiecărui element al sistemului, în fiecare din cele două variante, fiind cele reprezentate în figura alăturată, rezultă:

$$F_{t1} = F_{f1} = \mu F_1 = \mu N_1;$$

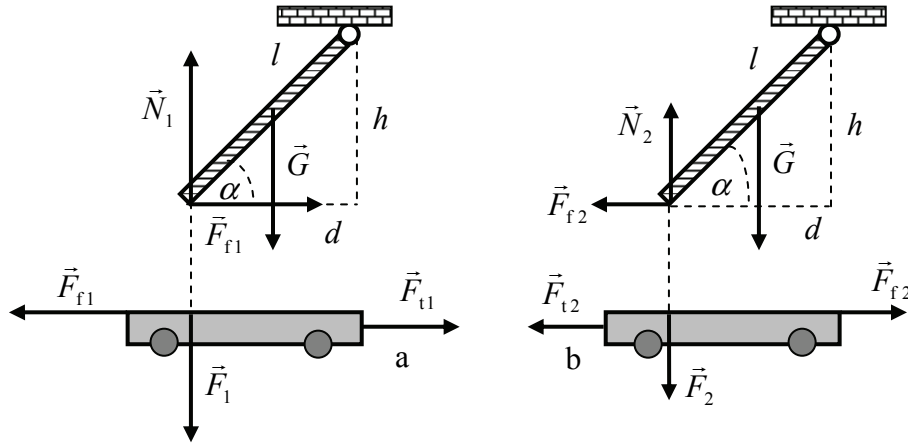
$$N_1 d = F_{f1} h + \frac{mg}{2} l \cos \alpha; N_1 d = \mu N_1 h + \frac{mg}{2} d;$$

$$N_1 (d - \mu h_1) = \frac{mg}{2} l \cos \alpha;$$

$$d = l \cos \alpha; h = l \sin \alpha;$$

$$N_1 = \frac{mg \cos \alpha}{2(\cos \alpha - \sin \alpha)} = F_1;$$

$$F_{f1} = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2(\cos \alpha - \sin \alpha)} = F_{t1};$$



$$F_{t2} = F_{f2} = \mu F_2 = \mu N_2;$$

$$N_2 d + F_{f2} h = \frac{mg}{2} l \cos \alpha; N_2 d + \mu N_2 h = \frac{mg}{2} d;$$

$$N_2 (d + \mu h_1) = \frac{mg}{2} l \cos \alpha;$$

$$N_2 = \frac{mg \cos \alpha}{2(\cos \alpha + \sin \alpha)} = F_2;$$

$$F_{f2} = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2(\cos \alpha + \sin \alpha)} = F_{t2};$$

$$F_{t1} > F_{t2}.$$