



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



III РАЗРЕД

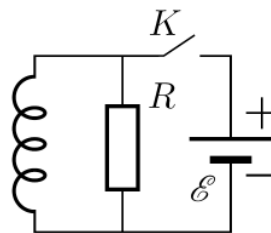
Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
ЗАДАЦИ

РЕПУБЛИЧКИ НИВО
09.04.2011.

1. Тело масе $m = 10\text{kg}$ је окачено у лифту помоћу три једнаке еластичне траке. Једном траком је везано за плафон а са две за под лифта. Траке су затегнуте тако да је сила затезања у обе доње траке једнака $F_0 = 5\text{N}$ када лифт мирује. Одредити силу затезања у горњој траци када лифт иде навише убрзањем $a = 1\text{m/s}^2$. (20 поена)
2. У танку цев у облику слова U, константног попречног пресека, насута је жива тако да је са обе стране цеви остао ваздух у цеви висине $H = 320\text{mm}$. Затим је десни крак цеви потпуно затворен, а у леви крак је спуштен штапић од олова, чији је полупречник само мало мањи од полупречника цеви (слика 1). Одредити највећу дужину L коју сме да има штапић, а да не би дошло до изливања живе из цеви. Густине живе и олова износе $\rho_{\text{Hg}} = 13.55\text{g/cm}^3$ и $\rho_{\text{Pb}} = 11.35\text{g/cm}^3$, по реду, а атмосферски притисак одговара притиску живиног стуба висине $h = 720\text{mm}$ ($p_0 = 720\text{mmHg}$). Температура је константна у току експеримента, а капиларни ефекти се могу занемарити. (20 поена)
3. У колу приказаном на слици 2 прекидач је затворен неко време τ а затим отворен. После отварања прекидача кроз калем протекне наелектрисање $q_2 = 9\mu\text{C}$. Колико је наелектрисање протекло кроз отпорник R за време док је прекидач био затворен? Одредите време τ за које је прекидач био затворен. Отпорност отпорника је $R = 500\text{k}\Omega$ а ЕМС извора $\mathcal{E} = 9\text{V}$. Отпорности извора и калема занемарити. (20 поена)
4. Две куглице једнаких маса m спојене су лаком опругом константе еластичности k и дужине l и леже непокретно на глаткој хоризонталној подлози. Трећа куглица масе m се креће брзином v_0 по правцу који спаја центре прве две куглице и судара се еластично са једном од њих. Одредити највеће и најмање растојање између куглица везаних опругом која се постижу у наставку кретања. У тренутку максималне сабијености и растегнутости опруге куглице на њеним крајевима имају исту брзину. (20 поена)
5. Свака деформација тела је мање или више пластична, тј. после престанка деловања силе тело остаје делимично деформисано. За пластичну деформацију је потребно уложити одређену енергију која остаје у деформисаном телу. На слици 3 је приказана зависност истезања нити (промене дужине) од силе којом се истеже при њеном истезању и скупљању. Одредити енергију пластичне деформације нити у току ових процеса. Проценити грешку одређивања енергије. Грешка мерења промене дужине нити износи 2mm , док је грешка силе занемарљива. (20 поена)



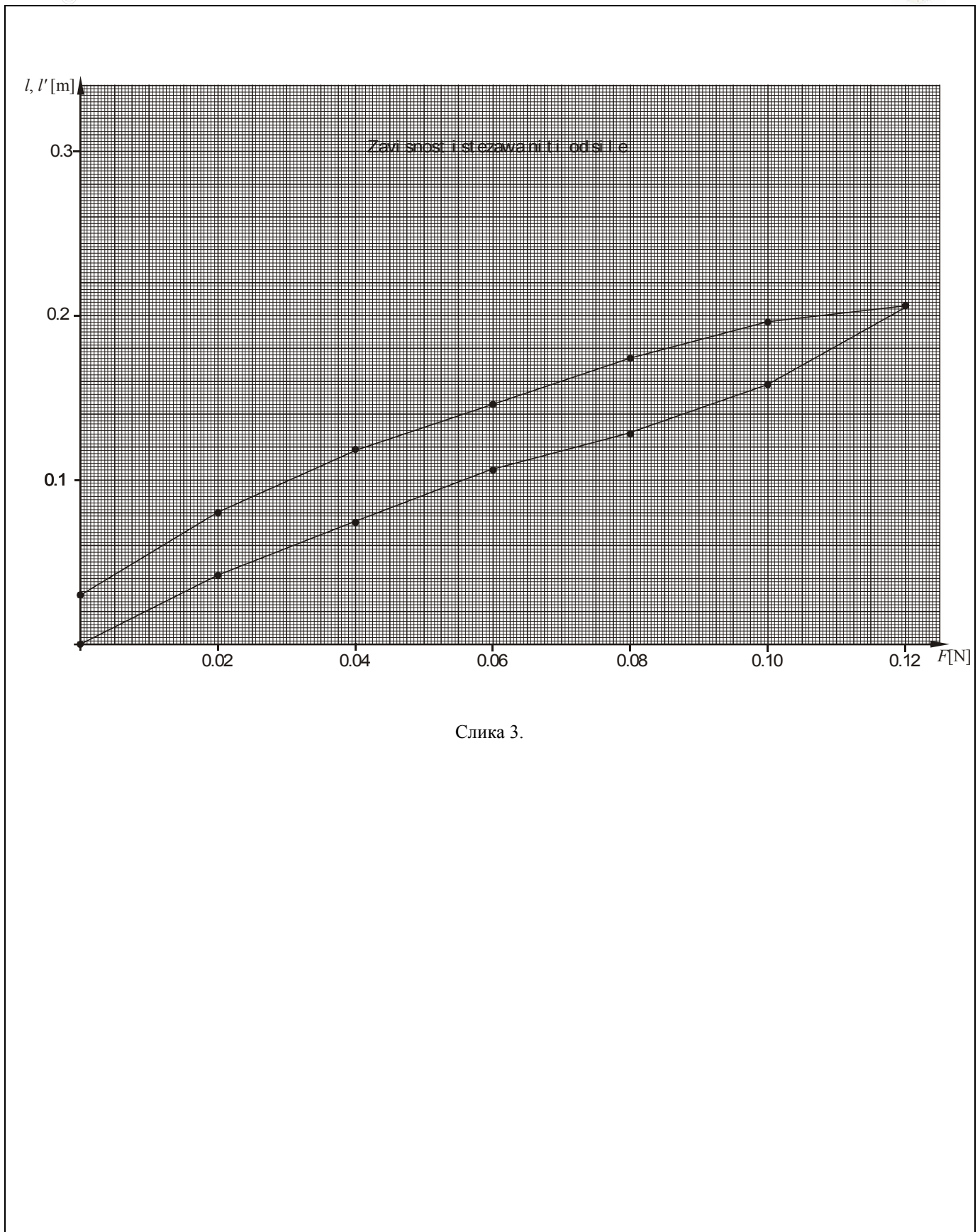
Слика 1.



Слика 2.



ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.



Слика 3.

Задатке припремила: Доц. др Андријана Жекић, Физички факултет, Београд

Рецензент: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Председник Комисије за такмичење ДФС: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд



**ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
ШКОЛСКЕ 2010/2011. ГОДИНЕ.**



III РАЗРЕД

**Друштво Физичара Србије
Министарство Просвете Републике Србије
РЕШЕЊА ЗАДАТАКА**

**РЕПУБЛИЧКИ НИВО
09.04.2011.**

1. Када лифт мирује тада је $F = mg + 2F_0$ (3п), где је F сила затезања у горњој траци. Када се креће убрзано навише тада је $ma = F + kx - mg - 2(F_0 - kx)$ (7п), па је $kx = ma/3$ (3п). Тражена сила затезања горње траке износи $F_1 = F + kx = mg + 2F_0 + ma/3$ (5п), $F_1 \approx 111.4\text{N}$ (2п).

2. Пошто је густина олова мања од густине живе шипка ће пливати. Ако се у односу на првобитни ниво живе крај шипке спусти за ΔH , онда се у десном краку за толико ниво живе подигне. При највећој дужини шипке жива долази до врха цеви. Притисак на дну шипке је једнак притиску на истој висини цеви са друге стране $p_0 + \rho_{\text{Hg}}g(H + \Delta H) = p + \rho_{\text{Hg}}g2\Delta H$, тј. $p - p_0 = \rho_{\text{Hg}}g(H - \Delta H)$ (5п). По Бојл-Мариотовом закону је $p_0HS = p(H - \Delta H)S$ (3п), одакле је $p_0 = [p_0 + \rho_{\text{Hg}}g(H - \Delta H)](H - \Delta H)$ (2п), тј.

$$H - \Delta H = -\frac{p_0}{2\rho_{\text{Hg}}g} \pm \sqrt{\frac{p_0^2}{4\rho_{\text{Hg}}^2g^2} + \frac{p_0H}{\rho_{\text{Hg}}g}} \geq 0, \Delta H = H + \frac{p_0}{2\rho_{\text{Hg}}g} - \sqrt{\frac{p_0^2}{4\rho_{\text{Hg}}^2g^2} + \frac{p_0H}{\rho_{\text{Hg}}g}} = 80\text{mm} \quad (3\text{п}).$$

Из услова пливања штапа $\rho_{\text{Pb}}gSL = \rho_{\text{Hg}}gS(H + \Delta H)$ (3п) следи $L = \frac{\rho_{\text{Hg}}}{\rho_{\text{Pb}}}(H + \Delta H) \approx 477.5\text{mm}$ (3п+1п).

3. После затварања прекидача у калему се индукује ЕМС $\varepsilon = L\Delta I / \Delta t$ једнака ЕМС извора, тј. $\varepsilon \Delta t = L\Delta I$ (3п). Пошто су ε и L константе и пошто је у тренутку затварања прекидача струја нула, то важи $L(I_k - 0) = \varepsilon\tau$, па је коначна струја $I_k = \varepsilon\tau / L$ (3п). За време τ кроз отпорник протиче наелектрисање $q_1 = I_R\tau = \varepsilon\tau / R$ (3п). После отварања прекидача индукована ЕМС је једнака напону на отпорнику $L\Delta I / \Delta t = IR$, тј. $L\Delta I = RI\Delta t = R\Delta q$ (3п). Пошто су L и R константни и струја опада од I_k до нуле то је $L(I_k - 0) = Rq_2$ па је $q_2 = LI_k / R$ (2п).
 $\tau = I_kL / \varepsilon = q_2R / \varepsilon = 0.5\text{s}$ (2п+1п) и $q_1 = \varepsilon\tau / R = 9\mu\text{C}$ (2п+1п).

4. Пошто су масе куглица једнаке трећа куглица се зауставља а куглица везана за опругу наставља кретање брзином v_0 (2п). При том се опруга сабија и покреће куглица на њеном другом крају. Пошто нема спољашњих сила, по закону одржања импулса центра масе везаних куглица важи $mv_0 = 2mv_{\text{CM}}$, па је брзина центра масе константна и једнака $v_{\text{CM}} = v_0 / 2$ (3п). При кретању опруга осцилује амплитудом која се може добити из закона одржања енергије $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{2mv_{\text{CM}}^2}{2} + \frac{kA^2}{2}$ (10п), па је $A = v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$ (3п). Тражена растојања су $l_{\text{max}} = l + A = l + v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$ (1п) и $l_{\text{min}} = l - A = l - v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$ (1п).

5. Енергија пластичне деформације E једнака је површини графика унутар хистерезисне петље, тј. између грана $F = f(l)$ која одговара истезању (креће из координатног почетка) и $F = f(l')$ која одговара скупљању. Дакле, може се проценити као $W = P - P'$, где је P површина између криве $F = f(l)$ и l -осе, а P' површина између криве $F = f(l')$ и l -осе (5п). Ова површина је иста и ако се рачуна као разлика површина испод горњег и доњег графика, које се могу одредити као површине трапеза истих основа, па је:

$$W = \sum_{i=1}^6 a_i h_i - \sum_{i=7}^7 a_i h_i = a \left(\sum_{i=1}^6 h_i - \sum_{i=7}^7 h_i \right) \quad (5\text{п})$$

$$W = 0.02\text{N}(27.5 + 49.5 + 66 + 80 + 92.5 + 100.5 - 10.5 - 29 - 45.5 - 59 - 72 - 91)2\text{mm} \approx 4.36\text{mJ} \quad (6\text{п})$$

$$\Delta W = W \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{12\Delta h}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 - h_7 - h_8 - h_9 - h_{10} - h_{11} - h_{12}} \right) = 4.36\text{mJ} \left(\frac{0.0005}{0.02} + \frac{12 \cdot 1\text{pod}}{109\text{pod}} \right) \approx 0.59\text{mJ} \quad (3\text{п})$$

$$W = (4.4 \pm 0.6)\text{mJ} \quad (1\text{п})$$