

**Друштво физичара Србије и Црне Горе**  
**Министарство просвете и спорта Републике Србије**  
**Министарство просвете и науке Републике Црне Горе**  
**Министарство за просвету, науку и културу Републике Српске**  
**40. Савезно такмичење из физике, Петровац 2005.**

III разред

1. Хоризонтална платформа врши кружне осцилације у хоризонталној равни фреквенције  $\nu$  и амплитуде  $A$ . На платформи лежи тело чини је коефицијент трења о платформу једнак  $\mu$ . Одредити под којим условима тело неће проклизавати по платформи. (15)

2. У струјном колу су извор електромоторне силе  $\varepsilon = 1.2 \text{ V}$  и занемарљивог унутрашњег отпора, редно везани отпорник отпорности  $R = 1 \Omega$  и калем индуктивности  $L = 1 \text{ H}$ . Од неког тренутка отпорност отпорника се мења тако да се струја у колу смањује константном брзином  $\Delta I / \Delta t = 0.2 \text{ A/s}$ . Одредити отпорност отпорника  $t = 2 \text{ s}$  од почетка мењања струје. (20)

3. Функције координата, брзина и других параметара система које се не мењају при бесконачно малим променама параметара зову се *адијабатске* инваријанте. Лоптица осцилује између два вертикална зида. Судари са зидовима су апсолутно еластични, а губици енергије на кретању лоптице између зидова су занемарљиви. Када зидови мирују лоптица удара у зидове брзином  $v$ , а период њеног осциловања је  $T_0$ . Један од зидова почне да се удаљава од другог малом константном брзином  $u \ll v$ . Одредити:

а) Промену кинетичке енергије лоптице при сваком судару са покретним зидом  $\Delta E_k$ . (8)

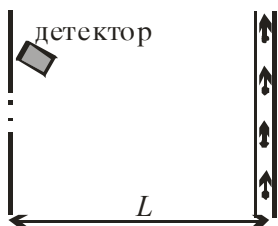
б) Промену периода осциловања лоптице после сваког судара са покретним зидом  $\Delta T$ . (10)

в) Показати да је производ  $TE_k = \text{const}$ , тј. да је он адијабатска инваријанта овог система. (7)

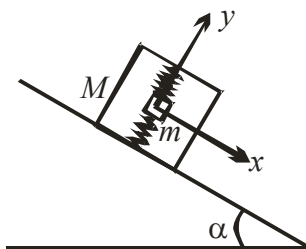
Напомена:  $ab = \text{const}$  ако је  $a\Delta b + b\Delta a = 0$ .

4. На стрмој равни нагибног угла  $\alpha$  налази се сандук. За унутрашњи део сандука је опругама везан тег масе  $m$  (сл. 1). Маса сандука са тегом и опругама је  $M$ . Тег врши хармонијске осцилације, које се могу описати једначином  $y = A \sin \omega t$ , где је  $y$  померање тега дуж  $y$ -осе, нормално на стрму раван,  $A$  амплитуда, а  $\omega$  кружна фреквенција осциловања. Коефицијент трења сандука о раван је  $\mu = tg \alpha$ . Одредите како убрање сандука зависи од времена. Нађите који услов треба да буде задовољен да сандук не би поскакивао. (20)

5. За мерење брзине ситних честица распршених у текућој течности, користи се уређај који ради на принципу интерференције (сл.2). Сноп ласерске светлости таласне дужине  $\lambda = 630 \text{ nm}$  пада на дифракциону решетку константе  $d = 100 \mu\text{m}$  иза које протиче течност са честицама кроз прозирну кивету паралелних зидова на удаљености  $L = 1 \text{ m}$  од решетке. Веома осетљив детектор (фотомултипликатор) региструје светлост расејану на честицама дајући струјни сигнал сразмеран интензитету расејане светлости која на њега падне. Фреквенција осцилација струјног сигнала је  $\nu = 1 \text{ kHz}$ . Учестаност протичања честица је довољно мала да струјни сигнал ретко одступа од регуларног осциловања. (20)



Сл. 1



Сл. 2

Аутор: Андријана Жекић  
 Рецензент: Мићо Митровић  
 Председник Комисије: Мићо Митровић

**Друштво физичара Србије и Црне Горе**  
**Министарство просвете и спорта Републике Србије**  
**Министарство просвете и науке Републике Црне Горе**  
**Министарство за просвету, науку и културу Републике Српске**

**40. Савезно такмичење из физике, Петровац 2005.**

Решења - III разред

1. Проклизивања нема ако је  $\mu mg \geq ma_{\max}$ . Пошто је  $a_{\max} = A\omega^2 = 4\pi^2\nu^2 A$ , услов је  $\mu g \geq 4\pi^2\nu^2 A$ .

2. Омов закон  $\varepsilon + L \frac{\Delta I}{\Delta t} = R_t I = R_t \left( I_0 - \frac{\Delta I}{\Delta t} t \right) = R_t \left( \frac{\varepsilon}{R} - \frac{\Delta I}{\Delta t} t \right)$ , где је  $I_0$  почетна струја, па је  $R_t = \frac{\varepsilon + L(\Delta I/\Delta t)}{\varepsilon/R - (\Delta I/\Delta t)t} = 1.75 \Omega$ .

3. а) У систему везаном за покретни клип лоптица пре удара има брзину  $v-u$ , а после исту, супротног смера, тј  $-v+u$ . У непокретном систему лоптица се одбија брзином  $(-v+u)+u = -v+2u$  па је промена кин. енергије при једном судару

$$\Delta E_k = \frac{m}{2} [(-v+2u)^2 - v^2] = -2m(uv - u^2) \approx -2m\nu u. \text{ б) Док су зидови фиксирани период је } T_0 = 2l/v,$$

$l$  - растојање зидова. Кретање зида у наредном периоду повећава пут на  $l+uT$ , а интензитет брзине смањује на  $v-2u$  па је

$$T = \frac{2(l+uT)}{v-2u} = \frac{2(l+uT)(v+2u)}{v^2-4u^2} \approx T_0 + \frac{2uTv+4lu}{v^2} = T + 4T \frac{u}{v}, \quad \Delta T = 4T \frac{u}{v}.$$

$$\Delta E_k/E_k + \Delta T/T = -4u/v + 4u/v = 0.$$

4. Ако је у координати  $x$  доња опруга сабијена, силе су као на слици (осцилује и важи 2. Њутнов закон):  $ma_x = mg \cos \alpha - F = -m\omega^2 A \sin \alpha$ . Кад не поскакује, због равнотеже сила на сандук дуж  $x$

$$\text{осе важи: } N = (M-m)g \cos \alpha + F = (M-m)g \cos \alpha + mg \cos \alpha + m\omega^2 \sin \alpha = Mg \cos \alpha + mA\omega^2 \sin \alpha$$

Убрзање низ стрму раван следи из 2. Њутновог закона за сандук као целину:

$$a_x(t) = \frac{Mg \sin \alpha - \mu N}{M} = \frac{Mg \sin \alpha - \tan \alpha N}{M} = \frac{m}{M} A\omega^2 \sin \omega t. \text{ сандук не поскакује ако је } N \geq 0 \text{ увек,}$$

па и када је  $\sin \omega t = 1$ , тј. ако је:  $Mg \cos \alpha \geq mA\omega^2$ , односно:  $\frac{M}{m} \geq \frac{A\omega^2}{g \cos \alpha}$ .

5. Честице периодично пресецају области минимума и максимума дифрактоване светлости. Исти период имају и интензитет расејане светлости која стиже у детектор, као и произведени струјни сигнал. Периодичност сигнала је једнака времену потребном да честица прелети пут једнак

ширини дифракционог максимума  $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$ , односно  $T = \frac{\Delta x}{v} = \frac{\lambda L}{dv} = \frac{1}{\nu_0}$ , па је

$$\nu = \frac{\lambda \nu_0 L}{d} = 6.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Аутор: Андријана Жекић

Рецензент: Мићо Митровић

Председник Комисије: Мићо Митровић