

K

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика

Т Е М А

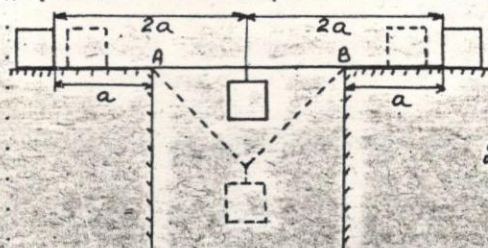
за Втория кръг на олимпиадата по физика за 10. и 11. клас
22 март 1992 година

ЗАДАЧА 1. Цилиндрична метална пръчка с дължина $L = 100 \text{ mm}$ виси вертикално надолу, закачена на спирална пружина. При малки вертикални отклонения от равновесното ѝ положение, пръчката извършва хармонично трептене с период $T_0 = 1 \text{ s}$. След това пръчката се потапя в течност, така, че когато тя е в равновесие, половината от нейната дължина да е потопена в течността. В новото равновесно положение дължината на пружината се изменя с $\delta = 50 \text{ mm}$ спрямо дължината ѝ в първоначалното равновесно положение.

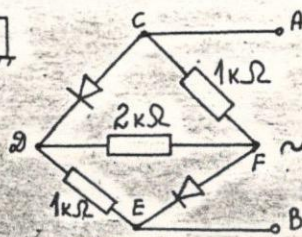
Пресметнете периода на трептене T около новото равновесно положение. Силите на съпротивление се пренебрегват. При деформация на пружината е в сила законът на Хук.

ЗАДАЧА 2. Системата, показана на фиг.1, стартира от състояние на покой, в което нишката с дължина $4a$ е хоризонтална. Трите трупчета имат еднакви маси. На фигурата също е показано (с пунктир) едно междинно положение на трупчетата. Нишката е безтегловна и неразтеглива. Триенето между нишката и хоризонталните равнини се пренебрегва.

При какви стойности на коефициента на триене κ между трупчетата и двете хоризонтални равнини, трупчетата няма да достигнат до ръбовете А и В? Съпротивлението на въздуха не се отчита.



Фиг. 1



Фиг. 2

ЗАДАЧА 3. Между точките А и В на електричната верига от фиг.2 е подадено променливо напрежение с ефективна стойност $U = 100 \text{ V}$ и честота $\nu = 50 \text{ Hz}$. Определете средната мощност на тока през резистора със съпротивление $2 \text{ k}\Omega$. Диодите са идеални.

Указание. Идеалният диод има нулево съпротивление в права посока и безкрайно голямо съпротивление в обратна посока.

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика
РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

за Втория кръг на олимпиадата по физика за 10. и 11. клас
22 март 1992 година

РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧА 1. Записваме условието за равновесие на пръчката в двата случая:

$$k\Delta l = mg \quad (1); \quad k(\Delta l - \delta) = m_0 - \frac{L}{2} \rho g, \quad (2)$$

където k е коефициентът на еластичност на пружината, Δl - деформацията на пружината при първото равновесно положение, S - сечението на пръчката, ρ - плътността на течността.

Отклоняваме потопената пръчка на малко разстояние y от равновесното ѝ положение. Допълнителната сила, която възниква е $F = -(k + \rho g S)y$. F е въртяща сила, която както е известно предизвиква хармонично трептене с кръгова честота:

$$\omega^2 = F/y = \omega_0^2 + \rho g S/m \quad (3).$$

От равенства (1) и (2) изразяваме $\rho g S/m = 2\delta k/L = 2\delta \omega_0^2/L$.

След заместване в (3) се получава $\omega^2 = \omega_0^2(1 + 2\delta/L)$.

$$T = 2\pi/\omega = T_0(1 + 2\delta/L)^{-1/2} \approx 0.71 \text{ s}.$$

Задачата се оценява максимално със 7 точки.

РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧА 2. Когато трупчетата изминат разстояние x , силите на триене извършват работа $A = -2kmgx$, където m е масата на едно трупче. Работата A е равна на изменението на механичната енергия на системата: $A = E_k - Mgy$, където потенциалната енергия на системата в началния момент сме приели за равна на нула.

Следователно общата кинетична енергия на трите трупчета е

$$E_k = Mgy - 2kx.$$

Нижката е неразтеглива. Записваме Питагоровата теорема за правоъгълния триъгълник от фиг.1: $y^2 + a^2 = ca + x^2$.

Изразяваме y чрез x и го заместваме във формулата за E_k :

$$E_k = Mgc\sqrt{x^2 + 2ax} - 2kx.$$

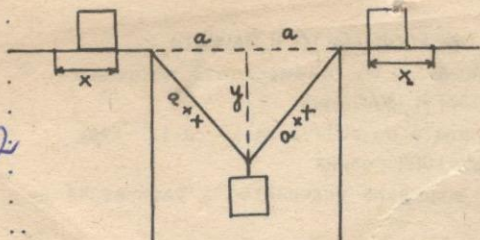
Когато трупчетата престанат да се движат $E_k = 0$. Тогава:

$\sqrt{x^2 + 2ax} - 2kx = 0$. Това е квадратно уравнение спрямо x , което има два корена: $x_1 = 0$ и $x_2 = 2a/(4k^2 - 1)$. Първият корен съответства на началното положение. Трупчетата няма да достигнат ръба на равнините, ако $x_2 < a$, т.е. при $k > \sqrt{3}/2$.

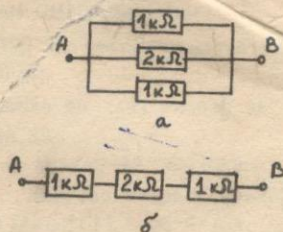
Задачата се оценява максимално със 7 точки.

посока и безкрайно голямо съпротивление в обратна посока.

1992



Фиг. 1



Фиг. 2

РЕШЕНИЕ НА ЗАДАЧА 3. Външното напрежение е променливо, поради което през половината от времето върху диодите е подадено напрежение в права посока, а през другата половина - в обратна посока. При напрежение в права посока съпротивлението на идеалните диоди е нула, поради което можем да ги изключим от схемата, като свържем точките D и C, както и точките E и F. Еквивалентната схема е показана на фиг. 2а. Мощността на тока през резистора $R = 2 \text{ k}\Omega$ е: $P_1 = U^2/R = 5 \text{ W}$ 3 точки.

През втората половина от времето съпротивлението между точките C и D (E и D) е безкрайно голямо. Еквивалентната електрична схема е показана на фиг. 2б.

$$\text{Токът през резисторите е } I = \frac{100 \text{ V}}{1+2+1 \text{ k}\Omega} = 0,025 \text{ A.}$$

$$\text{Мощността на тока е } P_2 = I^2 R = 1,25 \text{ W} \dots\dots\dots 2 \text{ точки.}$$

Средната мощност на тока е:

$$P = (P_1 + P_2)/2 \approx 3,1 \text{ W} \dots\dots\dots 1 \text{ точка.}$$

Задачата се оценява максимално с 6 точки.