

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Кърджали,
1 май 2011 г.
Тема за 10-12 клас

Задача 1. Часовникар-перфекционист.

Часовникар конструира голям стенен часовник. Махалото се състои от тънка дълга пръчка, чиято маса се пренебрегва и масивен диск с маса m и радиус r , неподвижно закрепен за пръчката. Разстоянието между точката на окачване на махалото и центъра на диска се бележи с l (като $l > r$).

а) Изразете периода T на махалото чрез g , l и r [2 т.]

б) Махалото трябва да има период $T = 2,000$ s. Земното ускорение е $g = 9,810 \text{ m/s}^2$. Какви стойности са допустими за радиуса r на диска? [1 т.]

в) Нека $r = 10$ cm. Изчислете дължината l . [1 т.]

г) Часовникарят с ужас забелязал, че така конструирания часовник изостава с 1 минута на седмица. Накъде и с колко трябва да се премести диска по пръчката така, че часовникът да работи точно? [3 т.]

Инерчен момент на диск спрямо ос, минаваща през центъра на масата и перпендикулярна на диска: $I_0 = \frac{1}{2}mr^2$

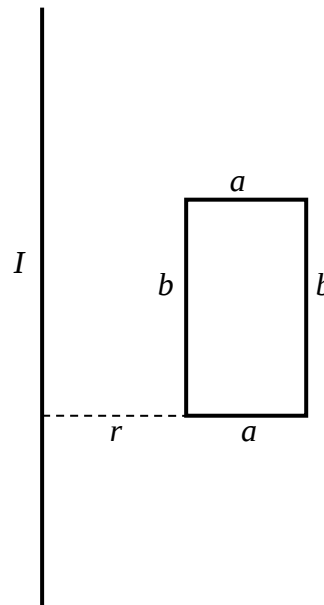
Задача 2. Взаимодействие на прав проводник и рамка.

Достатъчно дълъг прав проводник лежи в равнината на правоъгълна рамка (с размери a и b) на разстояние r до една от страните. По проводника тече променлив ток с ефективна стойност I_{eff} и честота f .

а) Определете потока на магнитната индукция и индуцираното от проводника ЕДН в рамката. [2 т.]

б) Определете моментната стойност на тока, който ще тече в рамката, ако тя е направена от метален проводник със специфично съпротивление ρ и напречно сечение S . В каква посока тече този ток? [2 т.]

в) Получете аналитичен израз за моментната стойност на силата, която ще действа върху рамката. Накъде е насочена тази сила? [3 т.]



Полезни формули за интеграли и производни:

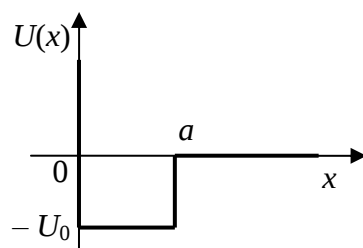
$$\int \frac{dx}{x} = \ln(x); \quad \frac{d \sin(x)}{dx} = \cos(x)$$

Задача 3. Адсорбция на атомарен водород от метална повърхност.

Процесът на адсорбция на атомарен водород от повърхността на метал може да бъде описан като захващане на водороден атом от потенциална яма $U(x)$. Тя се задава с израза

$$U(x) = \begin{cases} \infty, & x \leq 0 \\ -U_0, & 0 < x < a \\ 0, & x \geq a \end{cases}$$

и има вида (вж. фигурата)



където оста $0x$ е перпендикулярна на повърхността на метала. Тя съответства на $x = 0$, а обемът му – на $x < 0$. Широчината на ямата е $a = 8 \text{ \AA}$,

Оценете дълбочината U_0 на ямата, ако от експеримента се знае енергията на десорбция на водородния атом $D = 0,086 \text{ meV}$. Тя се определя като разлика между минималната енергия на атома, когато е свободен, и минималната му енергия, когато е прилепнал към повърхността на метала, т.е. е захванат от ямата. [6 т.]

Полезни числени стойности:

Константа на Планк $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Маса на H-атом $M = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$