



Творчество

и иновации

Европейска година 2009

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

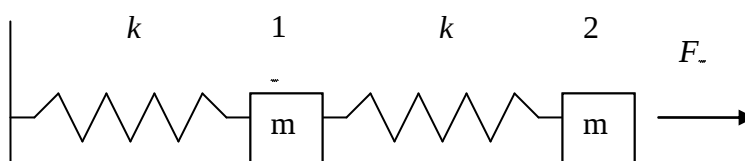
Национално пролетно състезание по физика, Велинград, 28 февруари 2009 г.

Тема 11.-12. клас

Задача 1. Свързани осцилатори.

Две еднакви тела, всяко едно с маса m , са свързани последователно с две пружини, всяка една с коефициент на еластичност k . Краят на една от пружините е фиксиран.

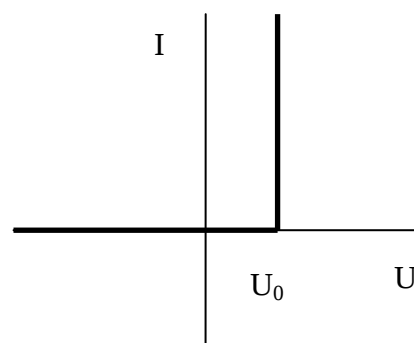
а) Към крайното тяло е приложена хоризонтална сила с големина F . С колко ще се деформира всяка една от пружините? С колко ще се отклони от равновесното си положение всяко едно от телата. [2 точки]



б) Ако премахнем силата F , телата ще извършват трептения, които няма да бъдат хармонични. Възможно е обаче така да изберем началните отклонения на телата от равновесно състояние A_1 и A_2 , че те да извършват хармонични трептения (движение с една и съща честота). В този случай движението на телата ще се описва от $x_1 = A_1 \sin(2\pi\nu.t)$ и $x_2 = A_2 \sin(2\pi\nu.t)$, съответно с ускорения $a_1 = -(2\pi\nu)^2 A_1 \sin(2\pi\nu.t)$ и $a_2 = -(2\pi\nu)^2 A_2 \sin(2\pi\nu.t)$. Намерете квадратите на възможните честоти и отношението на амплитудите A_1/A_2 . [8 точки]

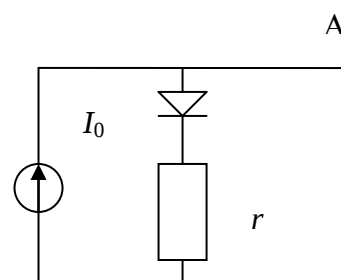
Задача 2. Модел на фотодиод.

Като модел за идеален полупроводников диод  може да се използва волт-амперна характеристика, която е показано на фигурата (т.е. $I=0$ при $U < U_0$ и I може да приеме произволна стойност при $U > U_0$), където U_0 е „отпушващото“ напрежение. Този модел може да бъде усложнен, като се отчете електрическото съпротивление на материала, от който е направен диода – чрез последователно свързване на съпротивление със същата стойност r .



а) Нека при напрежение $U_1 = 0,8 \text{ V}$ е измерен ток $I_1 = 0,06 \text{ A}$, а при напрежение $U_2 = 1,2 \text{ V}$ - ток $I_2 = 0,14 \text{ A}$. Определете r и U_0 . [2 точки]

Когато осветим фотодиод, в него се генерират токови носители, които се разделят от р-п прехода. Този процес може да моделираме чрез включване на източник на ток  в електричната верига, като стрелката указва посоката на тока. През източник на ток тече винаги един и същ ток I_0 , независимо от знака и големината на



В

приложеното върху него напрежение. Токът I_0 зависи от интензитета на светлината, спектралния и състав и площта на фотодиода. Така че за осветен фотодиод може да използваме еквивалентна схема по-горе.

б) Нека между точките А и В е включено съпротивление с големина R . Как зависи големината на тока през съпротивлението R от неговата стойност? Изобразете тази зависимост и графично. [4 точки]

в) Как зависи отделената от съпротивлението мощност от стойността на товарното съпротивление R ? Изобразете зависимостта и графично. [4 точки]

Задача 3. Материални вълни.

Микрочастиците могат да бъдат описвани както като материални частици (с импулс p и енергия E), така и като вълни с дължина на вълната $\lambda=h/p$, където h е константата на Планк.

а) Нека успореден сноп електрони с кинетична енергия E попада в метал с отделителна работа A . Колко е дължината на вълната на електроните във вакуум? Как ще се измени тя когато електроните навлязат в метала? [3 точки]

б) Когато електроните падат върху метала косо, снопът електрони се „пречупва”. Получете връзка между ъгълът на падане и ъгълът на пречупване (подобно на закона на Снелиус за светлината) чрез кинетичната енергия на електроните във вакуум и отделителната работа на метала. [3 точки]

в) Възможно ли е фотон и нерелативистки свободен електрон (с кинетична енергия много по-малка от релативистката му енергия на покой), да имат една и съща енергия и дължина на вълната? [4 точки]