

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика
Стара Загора, 28 – 30 ноември 2003 г
Специална тема

Задача 1. Топче Б се намира на земната повърхност, а друго топче А се намира на височина $h_0 = 6,05$ m точно над него. Едновременно топчето А започва да пада без начална скорост, а топчето Б се изстрелва вертикално нагоре със скорост v_0^5 . Земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$. Намерете:

- а) Каква стойност трябва да има скоростта v_0^5 , за да могат двете топчета да се ударят преди топчето Б да се върне на повърхността? [3 т]
- б) Ако ударите между топчето Б и повърхността са идеално еластични и $v_0^5 = 1,5 \text{ m/s}$, колко пъти топчето Б ще се удари в повърхността преди да се удари с топчето А? [3 т]
- в) На каква височина h ще се ударят топчетата при условията, дадени в подусловие б) ? [4 т]

Задача 2. На лявото рамо на равнораменна везна е поставен метален диск с радиус $R_C = 20$ cm. На дясното рамо на същата везна е поставен тънък кръгов проводник с радиус $R_L = 20$ cm. Точно под диска на лявото рамо е поставен идентичен диск на разстояние $d_C = 2$ mm, а под дясното рамо – идентичен кръгов проводник на разстояние $d_L = 2$ mm. Осите на дисковете и проводниците съвпадат. Тези четири елемента са свързани с проводници с пренебрежима маса и пренебрежимо съпротивление по такъв начин, че двата диска да образуват кондензатор, а по двата проводника да тече ток в една и съща посока. Двата проводника са включени последователно на кондензатора, така че може да се смята, че еквивалентната електрична верига се състои от последователно включени кондензатор C и индуктивност L , а активното съпротивление във веригата може да се пренебрегне. Когато по веригата не тече ток, везната е в равновесие. След това към тази верига се подава източник на променливо синусово напрежение с амплитуда U_0 и с кръгова честота ω , която може да се променя. Това напрежение създава ток с амплитуда I_0 . Намерете:

- а) Амплитудата на тока I_0 , който тече във веригата [1 т]
- б) Максималната стойност Q_0 на натрупания заряд върху всеки от двата диска като функция на I_0 [2 т]
- в) Средната сила F_C , с която се привличат двата диска като функция на I_0 [2 т]
- г) Средната сила F_L , с която си взаимодействат двата кръгови проводника като функция на I_0 [2 т]
- д) Честотата $\nu_{\text{рав.}}$, при която везната ще е в равновесие. Ако тази установка е предназначена за измерване на скоростта на светлината c , от дадените геометрични параметри и при измерена честота на равновесие $\nu_{\text{рав.}} = 9,525 \text{ MHz}$, изчислете скоростта на светлината c [2 т]
- е) Устойчиво ли ще е равновесието на везната при честота $\omega_{\text{рав.}}$ [1 т]

Задача 3. От долната страна на прозрачна пластмасова пластинка с показател на пречупване $n = 1.600$ е залепена хартия на която има редуващи се ивици от две картинки – А и В. Ширината на ивиците е $d = 200 \text{ }\mu\text{m}$. Горната повърхност

на пластинката е трионообразна (вълнообразна) и може да се представи като редуващи се леко наклонени плоски ивици, лежащи точно над ивиците от картинките А и Б. Дълбочината на релефа на горната повърхност е $a = 25 \mu m$. Повърхността на пластинката се разглежда като бавно се върти около ос, перпендикулярна на чертежа. Приема се, че влизащите в окото лъчи са успоредни.

а) Какъв е минималния ъгъл φ_{min} (мерен спрямо нормалата на основата) [2 т] и дебелината h на пластинката [3 т], при които се вижда само едната рисунка? Решете това подусловие, използвайки приближението $a \ll d$. Приема се, че от двете страни на една изпъкналост на горната повърхност трябва да се вижда една и съща ивица от долната повърхност.

б) Оценете числено (с калкулатор) каква част от рисунката А ще се вижда “насложена” върху рисунката В, когато увеличавайки плавно ъгъла на гледане φ от нула наляво, рисунката В ще се вижда най-добре за втори път? [3 т]

в) Изчислете колко е общият брой рисунки А и Б, които може да се видят, когато ъгълът на гледане се изменя от $-\frac{\pi}{2}$ до $\frac{\pi}{2}$. [2 т]

В подусловия б) и в) за стойността на h да се използва намерената в подусловие а).

