

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика
Вършец, 10 ноември 2012 г.
Тема за 11-12 клас

Задача 1. Снаряди.

Оръдие може да изстрелва снаряди под произволен ъгъл α [$\alpha \in (0^\circ, 90^\circ)$]. Началната скорост на снарядите е $v_0 = 600$ m/s, а земното ускорение е $g = 10,0$ m/s². Съпротивлението на въздуха се пренебрегва.

а) Под какъв ъгъл β (измерван между посоката на началната скорост и хоризонта) трябва да се изстреля снаряд, така че той да падне най-далеч (на максимално разстояние $L_{\max}$)? [3 т]

б) Колко километра е максималното разстояние $L_{\max}$? [1 т]

в) Оказва се, че има 2 ъгъла, при които, ако се изстрелват снаряди под тези ъгли, снарядите падат на едно и също място. Под какви ъгли δ_1 и δ_2 трябва да се изстрелват снаряди, за да паднат на разстояние $l = L_{\max}/2$? [3 т]

г) Изчислете през какъв интервал от време Δt трябва да се изстрелят два снаряда, единият под ъгъл δ_1 , а другият под ъгъл δ_2 (виж подусловие в)), така че да паднат на земята едновременно? [3 т]

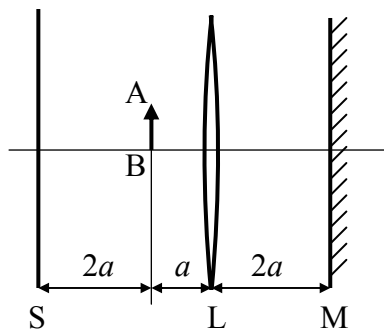
Задача 2. Леща и огледало.

Двойно изпъкнала (събирателна) леща L и плоско огледало M са поставени така, че главната оптична ос на лещата да е перпендикулярна на огледалото (виж фигурата). Дебелината на лещата се пренебрегва. Пред лещата на разстояние $a = 20$ cm е поставен източник на светлина АВ (например свещ). Светлината от източника преминава през лещата, отразява се от огледалото (намиращо се на разстояние $2a$ зад лещата), преминава отново през лещата и пада върху екран S. Екранът се намира на разстояние $2a$ от източника. Върху екрана се наблюдава образ А'В' на източника АВ.

а) Изчислете фокусното разстояние f на лещата. [4 т]

б) Начертайте на чертеж (съдържащ източника, лещата, огледалото, екрана и образа) и опишете пътищата на два лъча (избрани от Вас) от сноп, излъчван от точка А на източника и достигащ до точка А' на образа. [3 т]

в) Опишете образа А'В' (неговата ориентация и големина в сравнение с източника АВ) [3 т]



Задача 3. Фокусировка на електрони.

Тук ще бъде представен един от първите методи за определяне на отношението електричен заряд / маса на електрона (e/m) (Н. Busch, 1922). Електрони се движат в електроннолъчева тръба, в която е създаден дълбок вакуум. Може да се приеме, че при отделянето си от катода скоростта на електроните е пренебрежимо малка. След това те се ускоряват от електрично поле, създадено между катода и междинен електрод. Напрежението между тях е $U = 400 \text{ V}$. В останалата част на електроннолъчевата тръба електрично поле няма. Обаче така създаденият електронен сноп до достигането на предната част на електронно-лъчевата тръба се движи в еднородно магнитно поле със силови линии, успоредни на първоначалната скорост на електроните. Магнитната индукция на това поле може да се променя (регулира). При попадането на електроните в луминофора (екрана) в предната част на електроннолъчевата тръба, тяхната кинетична енергия се преобразува в светлина. Забелязва се, че при различни стойности на магнитната индукция светещото “петно” има различни размери като то става най-малко при стойности на магнитната индукция, различаващи се с ΔB . Дължината на областта, в която има магнитно поле (разстоянието между междинния електрод и предната част на електроннолъчевата тръба), е $l = 20 \text{ cm}$. Приемете, че електроните освен голямата скорост по посока на магнитното поле имат и малка, случайно ориентирана скорост в равнината, перпендикулярна на магнитното поле. Затова в магнитното поле те се движат не по права, а по винтова линия. Това движение може да се разглежда като две едновременно и независимо извършващи се движения – по права линия по посока на магнитното поле, и по окръжност, перпендикулярна на силовите линии на магнитното поле.

- а) Нарисувайте така описаната експериментална установка [2 т]
- б) Намерете условието, при което светещото “петно” има най-малки размери. [1 т]
- в) Изчислете най-малката стойност на магнитното поле $B_{\min}$, при която светещото “петно” е малко (електронният сноп се фокусира върху екрана) [3 т]
- г) Изчислете величината ΔB . [1 т]
- д) Изчислете приблизително максималната стойност на напречната скорост $v_{\perp}$, ако максималният радиус на светещото петно, наблюдавано между първата и втората фокусировка (при най-малкото и при следващото по големина магнитно поле), е $b = 6 \text{ mm}$. [3 т]

Физични константи и полезна математика:

заряд на електрона $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

маса на електрона $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

$$\sin 2\varphi = 2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \sin \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) \cdot \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right)$$