

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

13 март 2021 г., гр. Стара Загора

Тема за X клас (четвърта състезателна група)

Задача 1. Обективът на фотоапарат представлява сложна система от лещи, с помощта на която изображението, което искаме да заснемем, се проектира върху фотографски филм (светочувствителна лента). Опростен модел на фотографския обектив може да се представи като тънка събирателна леща и механизъм, наречен *апертура*, поставен непосредствено зад лещата. Апертурата представлява кръгъл отвор, чийто диаметър може да се променя, с което се регулира количеството светлина, минаващо през лещата. В нашия модел това ще е еквивалентно да разгледаме леща с променлив диаметър. За различните обективи апертурата ще зависи от размерите им, затова се въвежда така наречената *относителна апертура*. Това е отношението f/D , където f е фокусното разстояние на лещата, а D е диаметърът ѝ. Друга характеристика на обективите е *дълбочината на фокуса* – Δa . Това е разстоянието между най-близкия и най-далечния обект, който е на фокус. Ако разгледаме точков източник на светлина ще приемаме, че той е на фокус, ако размерът на образа му върху филма не превишава кръг с диаметър 0.03 mm.

Да разгледаме тънка жичка с дължина $H = 96$ mm, поставена на разстояние $a = 25$ cm пред обектива на фотоапарат. Жичката е на фокус, а дължината на образа ѝ върху лентата е $h = 24$ mm (ширината на образа ѝ е пренебрежимо малка). Ако жичката се отдалечи от обектива с 5 cm, образът ѝ се разфокусира и ширината ѝ на лентата става $l = 1.5$ mm.

1.1. Докажете, че за тънка събирателна леща с фокусно разстояние f е изпълнено: $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, където a е разстоянието между обекта и лещата, а b е разстоянието между лещата и образа на обекта. **(1 т.)**

Определете:

1.2. разстоянието между лещата на обектива и лентата на фотоапарата; **(1 т.)**

1.3. фокусното разстояние на обектива; **(1 т.)**

1.4. диаметъра на апертурата; **(2.5 т.)**

1.5. относителната апертура на обектива; **(0.5 т.)**

1.6. дълбочината на фокуса Δa като функция на a , D , f и d . **(3.5 т.)** Пресметнете Δa , като използвате стойностите получени по-горе, но с четири пъти по-малка апертура. **(0.5 т.)**

Задача 2. Две деца се намират в един от ъглите на правоъгълна стая с размери $d_1 = 5$ m и $d_2 = 4.5$ m. В даден момент децата започват да се движат, като първото дете ходи до стената с дължина d_1 с постоянна скорост $v_1 = 1$ m/s. Второто дете ходи до стената с дължина d_2 със скорост $v_2 = 1.5$ m/s. Всяко дете държи един от краищата на ластик с пренебрежима маса и може да се движи само до стените на стаята.

2.1. Определете координатите $(x_{кр}, y_{кр})$ на точката, в която децата ще се срещнат отново. Използвайте координатна система с начало, съвпадащо с началното положение на децата и ос Ox , ориентирана по стената d_1 . **(2 т.)**

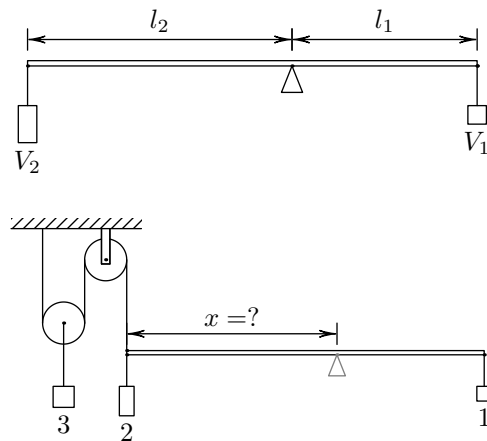
2.2. Изразете дължината на ластика L като функция на времето t до момента, в който децата се срещат отново. За прегледност представете функцията, като заместите параметрите, участващи в нея, със съответните им числени стойности. **(4.5 т.)**

2.3. В кой момент време t_m ластикът ще е максимално разтегнат и каква ще е неговата дължина L_m ? **(3.5 т.)**

Задача 3. Две тела с различни обеми ($3V_1 = V_2 = 600 \text{ cm}^3$) са закачени в двата края на лост, така че лостът е в равновесие (масата на лоста може да се пренебрегне). Ако потопим лоста с двете тела във вода, равновесието ще се наруши.

3.1. Обяснете защо се нарушава равновесието и как ще се завърти лостът, по часовниковата стрелка или в обратна посока. **(1 т.)**

3.2. Нека $l_1 = 70 \text{ cm}$ и $l_2 = 1 \text{ m}$ са разстоянията, на които се намират тяло 1 и 2 от опорната точка на лоста, когато той е уравнивесен във въздуха, а d е разстоянието, на което трябва да се премести тяло 1, когато лостът е уравнивесен във водата (тяло 2 остава на същото място). Определете разстоянието d и масите на телата ако знаете, че когато вземем само тяло 1 и го потопим във вода, то теглото му ще намалее с 14.1%. Плътността на водата е 1000 kg/m^3 . **(4.5 т.)**



3.3. Към левия край на лоста се връзва нишка, която е прекарана през една подвижна и една подвижна макара, както е показано на фигурата. На какво разстояние x трябва да се намира опорната точка на лоста (спрямо левия край), така че лостът да е в равновесие. Тяло 3, закачено на подвижната макара, има маса 620 g. Масите на макарите могат да се пренебрегнат. **(2.5 т.)**

3.4. Нека разгледаме случай, в който масата на лоста не е пренебрежимо малка, както в предните предните подусловия на задачата. Къде трябва да се намира опорната точка на лоста, за да бъде той в равновесие, ако тела 1 и 3 са окачени в двата му края. Масата на лоста е 680 g. **(2 т.)**

Указание: ще считаме, че един лост е в равновесие, ако е изпълнено равенството $F_1 l_1 = F_2 l_2$, където l_1 е рамото на силата F_1 , действаща от едната страна на лоста, а l_2 е рамото на силата F_2 , действаща от другата страна на лоста.

Може да използвате, че земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$.