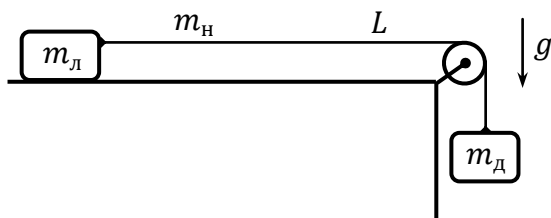


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

1 април 2022 г.

Тема за IV състезателна група (10. клас)

Задача 1. Теглилки на масивна нишка

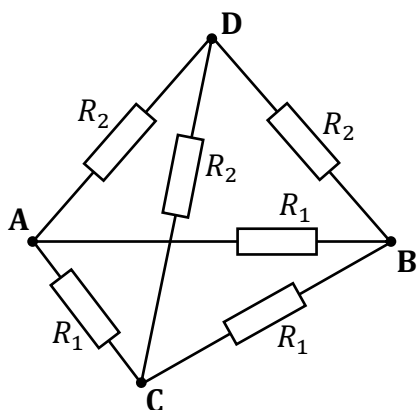


Две теглилки с неизвестни маси m_l и m_d са свързани с еднородна масивна неразтеглива нишка с дължина $L = 2$ m, както е показано на фигурата вляво. Нишката (с неизвестна маса m_n) е прекарана през неподвижно окачена безмасова макара с много малък радиус. Отношенията на масите са $m_d : m_n : m_l = 1 : 2 : 3$. Преди

системата да започне да се движи, лявата теглилка се намира на неизвестно разстояние d от макарата върху гладка хоризонтална повърхност. По време на движението на системата ускоренията на теглилките нарастват. В момента когато лявата теглилка се намира на неизвестно разстояние d' от макарата, дясната теглилка се откачва от нишката. Дадено е, че в този момент ускорението на лявата теглилка и нишката спада мигновено до първоначалното ускорение $a_{\text{нач}}$ на системата. След това теглилката с маса m_l и нишката продължават да се движат ускорително, докато теглилката не стигне до макарата. Тогава лявата теглилка има окончателно ускорение на движение $a_{\text{кр}}$, равно на ускорението на системата непосредствено преди откачването на дясната теглилка. Може да използвате, че земното ускорение е $g \approx 10 \text{ m/s}^2$. Съпротивлението на въздуха да се пренебрегне.

- Определете големината на окончателното ускорение $a_{\text{кр}}$, с което лявата теглилка ще стигне до макарата. [2 т.]
- На колко е равно разстоянието d' ? [4 т.]
- Намерете първоначалното ускорение $a_{\text{нач}}$ на системата. [2 т.]
- Определете първоначалното разстояние d между лявата теглилка и макарата. [2 т.]

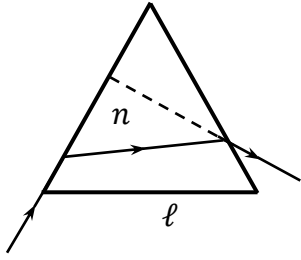
Задача 2. Електрическа пирамида



Шест резистора с неизвестни съпротивления R_1 и R_2 са свързани по начина, показан на фигурата вляво. Резисторите са разположени по ръбовете на тетраедър (триъгълна пирамида). Точките на свързване на проводниците са във върховете на пирамидата и са означени с **A**, **B**, **C**, **D**. Дадено е, че еквивалентното съпротивление между точките **A** и **B** е двойно по-малко от еквивалентното съпротивление между точките **C** и **D**.

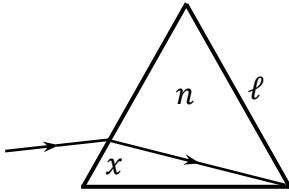
- Намерете отношението R_2/R_1 . [6,5 т.]
- Ако свържем идеална батерия с дадено електродвижещо напрежение \mathcal{E} между точките **A** и **B**, отделената мощност в цялата верига ще бъде P . Определете на колко са равни съпротивленията R_1 и R_2 . [1,5 т.]
- Приемете, че точките **A** и **B** са свързани накъсо. Какво съпротивление ще се измери между точките **B** и **C** в този случай? [2 т.]

Задача 3. Оптическа призма



Правилна триъгълна призма от материал с неизвестен показател на пречупване n се намира във въздух с показател на пречупване 1. Напречното сечение на призмата е равностранен триъгълник с дължина на страната $\ell = 10$ cm. Лазерен лъч влиза в призмата през околна стена почти под прав ъгъл (хлъзгайки се към повърхността ѝ) и успоредно на основите на призмата, както е показано на фигурата вляво. След пречупване лъчът излиза от призмата през съседна околна стена, като излезлият лъч е перпендикулярен на влизащия в призмата лъч.

а) Намерете показателя на пречупване n на материала, от който е направена призмата. Може да използвате, че $\sin(\theta - \varphi) = \sin \theta \cos \varphi - \cos \theta \sin \varphi$ за произволни ъгли θ и φ . [3,5 т.]



б) Светлинен лъч пада върху околна стена под ъгъл $\alpha = 30^\circ$, след което минава през срещуположния ръб на призмата, както може да се види на фигурата вляво. На колко е равен ъгълът между ъглополовящата през срещуположния ръб и влезлия в призмата лъч? Определете разстоянието x от точката, където лъчът пада върху околната стена на призмата, до най-близкия ръб на призмата. [4 т.]

в) На колко е равен максималният ъгъл на падане α_{\max} на светлинен лъч, така че лъчът да мине през срещуположния ръб на призмата (подобно на лъча от предното подусловие)? Къде трябва да влезе лъчът в призмата при този случай? [2,5 т.]