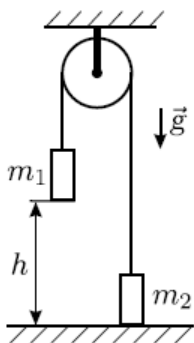


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

Стара Загора, 13.03. 2021 г.

Тема за пета състезателна група (11. клас)



Зад. 1. Неподвижна макара с движещи се теглилки

Част 1. Безтегловна макара е окачена за тавана. Две теглилки 1 и 2 с маси m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) съответно са закрепени на двата края на нишка, преминаваща през макарата (Фиг. 1). Теглилките се намират достатъчно далеч от тавана.

В първоначалния момент системата е неподвижна. Теглилката с маса m_1 се удържа на височина h над хоризонтална равнина, а теглилката m_2 се намира върху равнината. Приемете, че нишката е неразтеглива, безтегловна и гъвкава.

След като системата се освободи, телата започнат да се движат без начална скорост, т.е. макарата се завърта обратно на часовниковата стрелка.

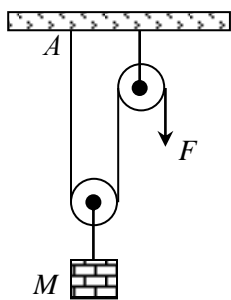
А) Намерете силите на опън на нишката T_1 и T_2 (действащи ѝ от страна на телата 1 и 2) и ускоренията на телата a_1 и a_2 , докато m_1 се удари в равнината.

Теглилката с маса m_1 достига до равнината и следва абсолютно нееластичен удар.

Б) На каква максимална височина H , спрямо равнината, ще се изкачи теглилката с маса m_2 ?

В) Намерете на каква максимална височина h_1 ще се издигне m_1 след като теглилката с маса m_2 започне да пада надолу, т.е. макарата започне да се върти по часовниковата стрелка и я сравнете с височината h . (Приемете, че след като тялото 2 „друсне“ на нишката, двете тела имат равни по големина скорости)

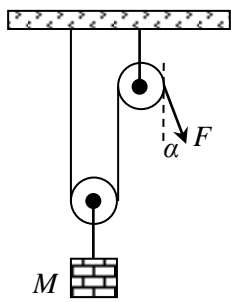
Част 2. Подвижни макари с неподвижни теглилки



На Фиг.1а е показана система от подвижна и неподвижна макара. На подвижната макара е закачена теглилка с маса M . Към свободния край на нишката е приложена сила F , така че системата е в равновесие.

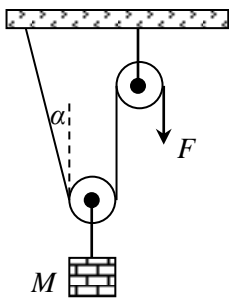
А) Всички нишки са успоредни една на друга. Каква сила F трябва да се приложи към свободния край на нишката, така че системата да бъде в равновесие?

Фиг. 1а



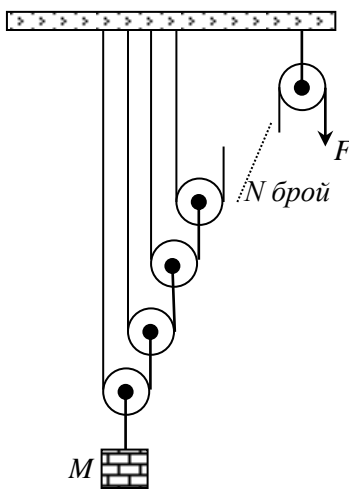
Фиг. 16

Б) Ще се запази ли равновесието, ако свободният край на нишката се отклони под ъгъл α спрямо вертикалата (Фиг. 16)? Обосновете отговора си.



Фиг. 1в

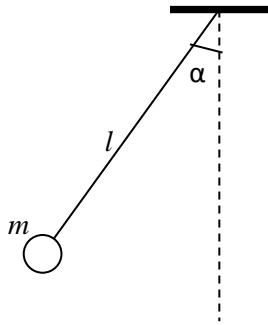
В) Ще се запази ли равновесието, ако т.А се отмести, така че нишката да сключва ъгъл α' с вертикалата (Фиг. 1в)? Обосновете отговора си.



Фиг. 1г

Г) Полиспаг се нарича система от макари, чието предназначение е да се печели сила. Намерете каква сила F трябва да се приложи към система от N на брой подвижни макари и една неподвижна (Фиг. 1г), така че системата да бъде в равновесие. Нишките са успоредни една на друга.

Зад.2. Математично махало



Фиг. 2

Част 1. Математично махало с маса $m = 100 \text{ g}$ и дължина на нишката $l = 1 \text{ m}$ е отклонено под ъгъл $\alpha = 60^\circ$ (Фиг. 2) и се пуска без начална скорост.

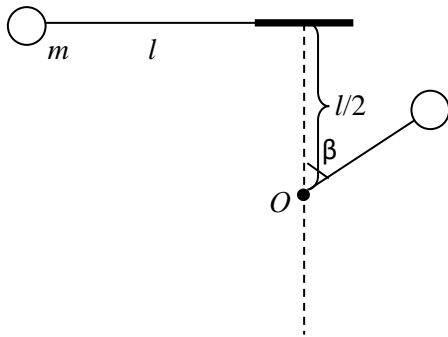
А) След колко време t и с каква скорост v махалото ще достигне равновесното положение? (Приемете, че периодът на махалото не зависи от първоначалния ъгъл на отклонение.)

Известно е, че нишката се къса, когато махалото преминава през равновесното си положение.

Б) Намерете максималната сила на опън F_{\max} , която издържа нишката, като изразите F_{\max} чрез масата на махалото m и земното ускорение g .

В) Напишете закона, по който в разглеждания случай отклонението от равновесното положение ($x = x(t)$) зависи от времето. Приемете, че трептенето е хармонично.

При решаване на подусловията от **А)** до **В)** да се приеме, че земното ускорение е $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



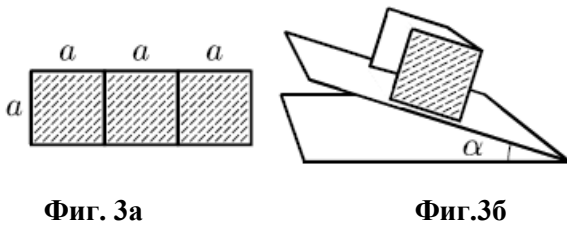
Фиг. 2а

Част 2. На разстояние $l/2$ по вертикалата от точката на окачване е забит пирон. Махалото се отклонява под ъгъл $\alpha = 90^\circ$ (нишката е хоризонтална) и се пуска без начална скорост (Фиг. 2а).

А) При какъв ъгъл β между вертикалата и нишката силата на опън T става равна на нула?

Б) Намерете максималната височина H_{\max} , до която ще се издигне топчето на махалото над т.О.

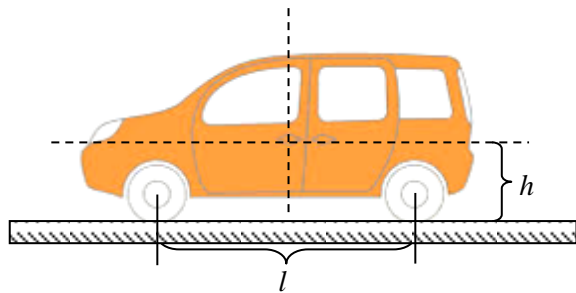
Зад. 3. Център на масите и спиране на автомобил



Фиг. 3а

Фиг.3б

Част 1. Правоъгълен картонен лист е огънат, така че да образува фигура на буквата **П**, като всички страни на буквата са равни на a (Фиг. 3а). Фигурата е поставена върху грапава наклонена равнина, склучваща ъгъл α с хоризонта (Фиг. 3б). При какъв ъгъл α картонената фигура ще се преобърне?



Фиг. 3в

Част 2. Лек автомобил, с маса m , се движи по хоризонтален участък с постоянна скорост. Шофьорът може да контролира дали да спира само със задните, с предните или с всички колела. Ако шофьорът спира само със задните колела, спирачният път е L_1 . Ако шофьорът спира само с предните колела, спирачният път е L_2 .

Известно е, че центърът на масите на автомобила се намира по средата между предните и задните колела и е на височина h от пътя. Разстоянието между предните и задните колела е равно на l (Фиг. 3в). Коефициентът на триене между колелата и пътя е равен на k и колелата са с еднакъв радиус.

А) Намерете силата на триене $F_{\text{тр}1}$ при спиране само със задните колела.

Б) Намерете силата на триене $F_{\text{тр}2}$ при спиране само с предните колела.

В) Как ще се променят (*нарастват, намаляват, остават постоянни*) силите на триене в подусловие А) и Б), ако центърът на масата на автомобила се намира на височина по-голяма от h ?

Г) Намерете спирачния път на автомобила L_3 , ако спирането се осъществява с четирите колела. Изразете L_3 чрез L_1 и L_2 .