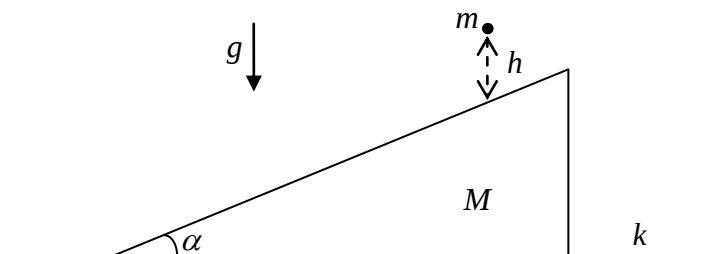


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Национален кръг, Силистра,
20 април 2013 г.
Тема за 10-12 клас

Задача 1. Топче и призма



Фиг. 1

Върху плоскост е поставена наклонена равнина (призма), която сключва ъгъл α с хоризонта, както е показано на фиг. 1, и има маса M . Коефициентът на триене между призмата и плоскостта е k . От височина h над призмата е пуснато без начална скорост малко топче с маса m , което отскача след идеален еластичен удар от наклонената равнина на призмата. Непосредствено след удара призмата започва да се хлъзга надясно.

- а) С каква първоначална скорост започва да се движи надясно призмата? [4 т.]
- б) Намерете големината на скоростта на топчето след удара. [2 т.]
- в) Приемете, че $\alpha = 30^\circ$, $h = 1\text{ m}$, $k = \sqrt{3}/9$, $m/M = 1/2$, а $g = 10\text{ m/s}^2$. Колко време след отскачането на топчето от равнината то ще падне отново върху нея? [7 т.]
- г) Намерете разстоянието между положенията на двата удара на топчето с призмата, като използвате данните от предишната подточка. [2 т.]

Задача 2. Условието А) и Б) са независими.

А) Метален пръстен

Метален пръстен с радиус $r = 0,1\text{ m}$ лежи върху плота на маса. Електричното съпротивление на пръстена е $R = 2\ \Omega$. Какъв по големина електричен заряд q ще премине през напречното сечение на пръстена, ако го завъртим да легне на другата си страна? Вертикалната компонента на индукцията на магнитното поле на Земята е $B = 5 \cdot 10^{-5}\text{ T}$. [8 т.]

Б) Звукова вълна

Между две точки на звукова вълна, трептящи синхронно (във фаза), се налагат $N = 825$ дължини на вълната. При повишение на температурата на средата с 1 K скоростта на разпространение на звука нараства с $0,2\%$. При какво минимално повишение на температурата ΔT споменатите по-горе две точки ще трептят асинхронно (в противофаза)? [7 т.]

Задача 3. Триъгълна вълна

Неразтеглив шнур е закрепен неподвижно в единия си край, а към другия му край е приложена постоянна сила на опън T . Шнурът минава без триене през две неподвижни халки, разположени на разстояние $2L$ една от друга, както е показано на фиг. 2 (а).

а) Каква сила F , перпендикулярна на шнура, трябва да бъде приложена по средата между двете халки, така че шнурът да образува „триъгълник“ с височина (амплитуда) A ? [2 т.]

б) Ако приемете, че $A \ll L$, покажете, че потенциалната енергия W на шнура има вида:

$$W = CA^2$$

и изразете константата C чрез въведените параметри T и L . [2,5 т.]

Халките, ограничаващи шнура, са махнати и шнурът е опънат със същата сила T . Човекът, държащ свободния край на шнура, прави камшично движение с ръката си, в резултат на което по шнура започва да се движи със скорост u триъгълен вълнов импулс PRQ с дължина $2L$ и амплитуда A (фиг. 2 (б)). Масата на единица дължина от шнура е μ .

в) Изразете скоростите v_{PR} и v_{QR} на точките от участъците PR и RQ съответно чрез u , A и L . Изобразете на чертеж посоките на тези скорости. [4,5 т.]

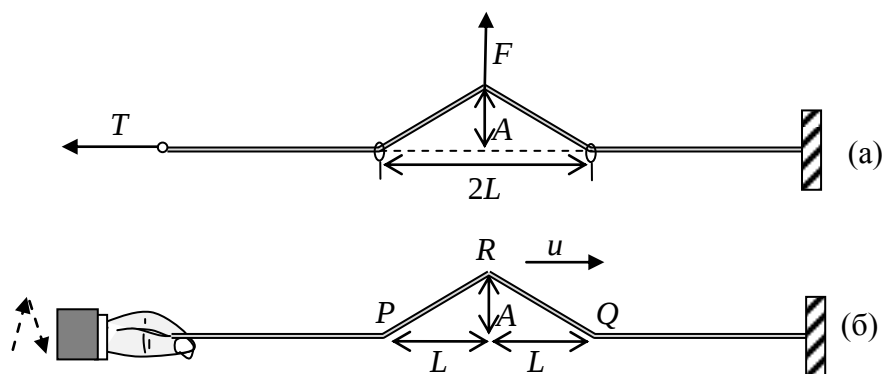
г) Покажете, че при $A \ll L$ кинетичната енергия K на вълновия импулс е:

$$K = DA^2$$

и изразете константата D чрез параметрите u , μ и L . [3 т.]

д) Оказва се, че при разпространение на бягаща вълна кинетичната енергия на частиците от средата е равна на потенциалната им енергия, независимо от вида на средата и типа на вълната. Като използвате този факт, пресметнете скоростта u на триъгълния вълнов импулс, ако шнурът има напречно сечение $S = 1 \text{ mm}^2$ и е изработен от материал с плътност $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$. Силата на опън на шнура е $T = 100 \text{ N}$. [3 т.]

Упътване. Действието на земното привличане върху шнура се пренебрегва.



Фиг. 2

Задача 4. Слънчево греене

а) Изчислете каква енергия на единица площ пада от Слънцето върху Земята. Приемете, че Слънцето излъчва като абсолютно черно тяло. [3 т.]

Известни данни:

Радиус на Слънцето

$$R = 6,963 \cdot 10^8 \text{ m}$$

Разстояние Слънце-Земя

$$L = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Константа на Стефан-Болцман

$$\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$$

Ефективна температура на Слънцето

$$T_S = 5778 \text{ K}$$

Константа на Вин

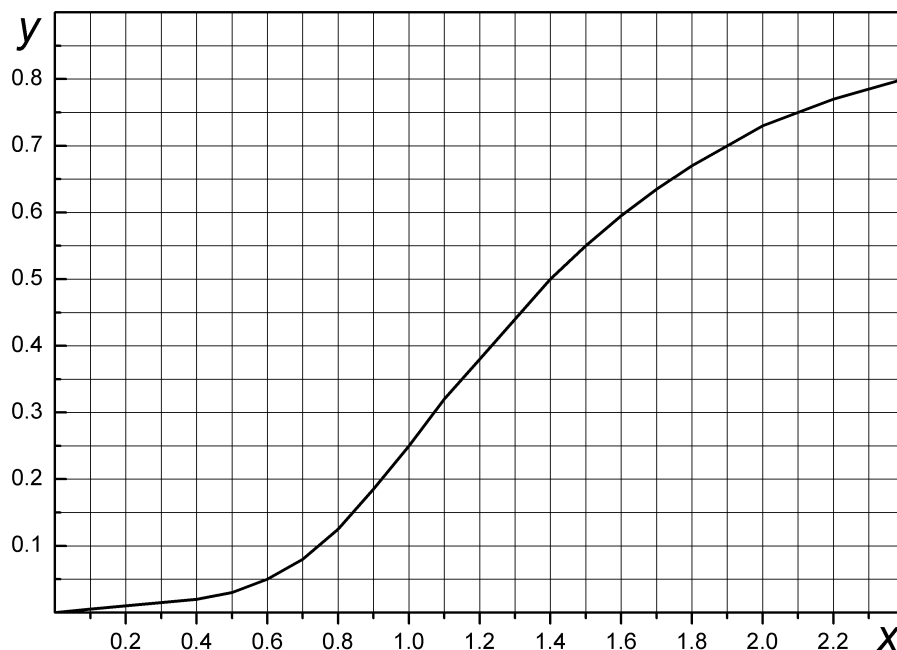
$$b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

б) С леща с диаметър $D = 10,0 \text{ cm}$ и фокусно разстояние $f = 35,0 \text{ cm}$ фокусирайте образа на Слънцето върху екран. Колко ще е диаметърът d на образа на Слънцето? [2 т.]

в) Махате екрана и на мястото на образа слагате метално черно топче със същия диаметър, какъвто е на наблюдавания образ на Слънцето. Ако приемете, че топчето поглъща цялата падаща слънчева светлина, както и че топчето е в термодинамично равновесие и излъчва като абсолютно черно тяло, намерете равновесната температура T на топчето. Приемете също така, че земната атмосфера е напълно прозрачна за слънчевата светлина [4 т.]

г) При какви параметри на задачата получената от Вас формула в предното подусловие ще дава резултати, противоречащи на втория принцип на термодинамиката? Как ще обясните парадокса? [2 т.]

д) Разполагате със следната графична зависимост:



където $x = \lambda_0 / \lambda_{\max}$, λ_0 - избрана от нас дължина на вълната, $\lambda_{\max}$ - дължината на вълната, на която абсолютното черно тяло има максимално излъчване, а $y = P(\lambda < \lambda_0) / P(\forall \lambda)$, където $P(\lambda < \lambda_0)$ е излъчената мощност за дължини на вълните, по-малки от λ_0 , а $P(\forall \lambda)$ - цялата излъчена мощност от абсолютно черното тяло.

Приемете, че видимата (VIS) област е в интервала 400 – 760 nm, а останалите две области от електромагнитния диапазон ще наричаме условно Инфракчервена (IR) област ($\lambda > 760 \text{ nm}$) и Ултравиолетова (UV) област ($\lambda < 400 \text{ nm}$). Използвайки графиката, намерете какви части от енергията си (в %) Слънцето излъчва в тези три области. Изчислете същото и за топчето. Подредете резултатите в таблица. Допълнете я с допълнителни колони, ако е нужно. [4 т.]

Обект	IR	VIS	UV
Слънце			
Топче			