

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

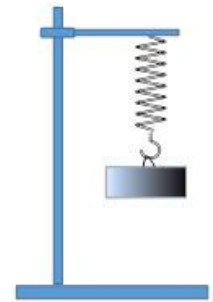
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

ОБЛАСТЕН КРЪГ, 18.02.2018 г.

Тема 10-12.клас (Четвърта състезателна група)

Задача 1. Вертикално трептене

На вертикално висяща пружина с коефициент на еластичност $k = 40 \text{ N/m}$ е окачена теглилка с маса $m = 100 \text{ g}$ (фиг. 1). Приемете, че земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$. В началния момент теглилката е неподвижна, а пружината не е деформирана. Теглилката е оставена да трепти свободно във вертикално направление.



а) Пресметнете периода T и честотата ν , с които трепти теглилката.

(2 точки)

б) Определете амплитудата A на трептенето. (2 точки)

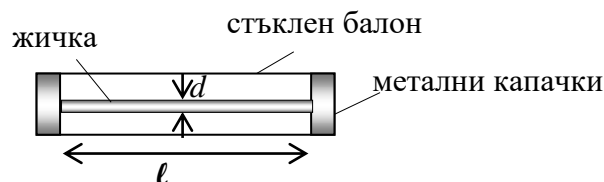
Фиг. 1

в) Намерете максималното разтягане Δl_{max} на пружината по време на трептенето. Колко е ускорението a на теглилката, когато пружината е максимално разтегната? (3 точки)

г) Колко време t , след като теглилката е пусната, тя достига максимална скорост? Колко е големината v_{max} на максималната скорост? (3 точки)

Задача 2. Стопяем предпазител

Електрическите предпазители (бушони) служат за прекъсване на дадена електрическа верига, когато токът във веригата достигне определена максимална стойност I_{max} . На фиг. 2 е дадена принципа схема на стопяем електрически предпазител. Той се състои от тънка медна жичка с дължина $\ell = 2 \text{ cm}$ и с диаметър $d = 0,02 \text{ mm}$, която се намира в херметично затворен стъклен балон. Балонът е изпълнен с разреден инертен газ (аргон), с цел да се предпази жичката от окисление при висока температура. Предпазителят е затворен с метални капачки, посредством които се свързва във веригата. Диаметърът на жичката е избран по такъв начин, че когато токът е равен на I_{max} , жичката се разтапя.



Фиг. 2

Основни данни:

Температура на топене на медта: $t = 1085^{\circ}\text{C}$;

Специфично съпротивление на медта при температура $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$: $\rho_0 = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$;

Атмосферно налягане: $p_A = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$;

Константа на Стефан-Болцман: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$.

а) Колко е съпротивлението R на жичката, когато през нея тече максималният възможен ток? Приемете, че специфичното съпротивление на медта е право пропорционално на абсолютната температура T . **(3 точки)**

б) При протичане на ток по жичката газът в балона се загрева до температурата, до която е загоряла жичката. За да се избегне спукване на стъкления балон, налягането на газа в балона при стапянето на жичката не трябва да надвишава атмосферното налягане p_A . За целта при стайна температура $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$, налягането p_0 на газа в балона се подбира по-малко от атмосферното налягане p_A . Колко е максималното възможно налягане p_0 на газа в балона при стайна температура? **(2,5 точки)**

в) Пресметнете тока I_{max} , при който жичката се стапя. Приемете, че жичката излъчва топлина като абсолютно черно тяло. Топлообменът между жичката и металните капачки се пренебрегва. Излъчването на жичката минава свободно през газа и през стъкления балон. **(2,5 точки)**

г) Какъв максимален ток би пропускарал предпазител със:

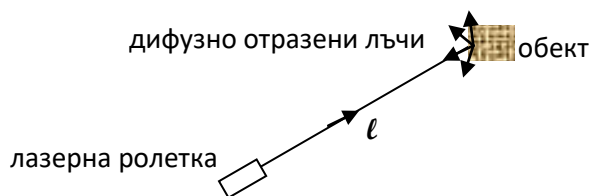
- същия диаметър, но с два пъти по-голяма дължина на жичката;

- същата дължина, но с два пъти по-голям диаметър на жичката?

(2 точки)

Задача 3. Лазерна ролетка

Лазерната ролетка е оптически уред, чрез който може да бъде определено разстоянието до непрозрачен обект с грапава повърхност. Лазер излъчва кратък светлинен импулс в дадена посока. Светлината се отразява дифузно (т.е. във всички посоки) от грапавините по повърхността на обекта. Част от отразената светлина се връща обратно в ролетката и се регистрира от фотодиод (фиг. 3). По електронен начин се определя времето t между момента на излъчване на светлинния импулс и момента на приемане на отразената светлина. Въз основа на измереното време автоматично се пресмята съответното разстояние до обекта и пресметнатата стойност ℓ се изобразява на цифров дисплей. Ако поради слабо отражение ролетката не регистрира отразена светлина, на дисплея ѝ се изписва съобщение за грешка. Лазерната ролетка дава точни показания, когато измерванията се извършват във въздух. Приемете, че показателят на пречупване на въздуха е единица.



Фиг. 3

Основни данни:

Скорост на светлината във вакуум: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

Показател на пречупване на водата: $n = 1,33$.

а) Връзката между показанието ℓ на ролетката и времето t от момента на излъчване до момента на приемане на светлината се дава с формулата: $\ell = kt$, където k е коефициент на пропорционалност. Определете коефициента k . **(3 точки)**

б) Водолаз използва лазерна ролетка под вода, за да определи разстоянието до потънал кораб. Показанието на ролетката е $\ell = 12 \text{ m}$. Колко е действителното разстояние d от водолаза до кораба? **(3 точки)**

в) За да определи на каква дълбочина се намира, водолазът поставя ролетката на дъното и насочва лъча ѝ вертикално нагоре. Ролетката обаче не отчита никакво показание – на дисплея се изписва съобщение за грешка. Тогава водолазът започва постепенно да накланя лъча спрямо вертикалата. При ъгли спрямо вертикалата, над определена стойност θ_0 , ролетката започва да отчита стойности.

- Колко е ъгълът θ_0 (достатъчно е да определите някаква тригонометрична функция на ъгъла)?
- Обяснете накратко защо ролетката отчита стойности при ъгли $\theta \geq \theta_0$.
- Нарисувайте схематично хода на светлинния сигнал от излъчването до приемането му при ъгли $\theta \geq \theta_0$.
- При ъгъл $\theta = 60^\circ$ спрямо вертикалата ролетката отчита $\ell = 32 \text{ m}$. На каква дълбочината h се намира водолазът?

(4 точки)

Приемете, че повърхността на водата е спокойна (т.е. без вълни), а дъното е хоризонтално. Дифузното отражение на границата между водата и въздуха се пренебрегва.