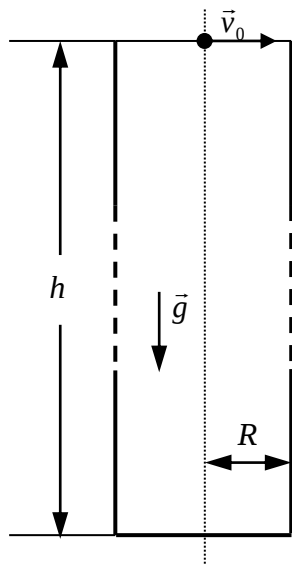


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално пролетно състезание по физика
Шумен, 11 – 13 март 2005 г.
Тема за 11-12 клас

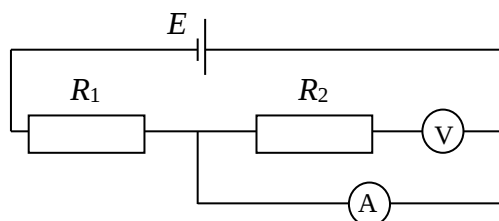
Задача 1. Топче, падащо в кладенец.

Малко топче с маса $m = 100 \text{ g}$ пада в цилиндричен кладенец с дълбочина $h = 80 \text{ m}$ и радиус $R = 1 \text{ m}$. Първоначално топчето се намира в центъра на отвора на кладенеца и има скорост $v_0 = 9 \text{ m/s}$, насочена хоризонтално (виж фиг. 1). Падайки, топчето се удря в цилиндричната стена идеално еластично. Земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$. Намерете:

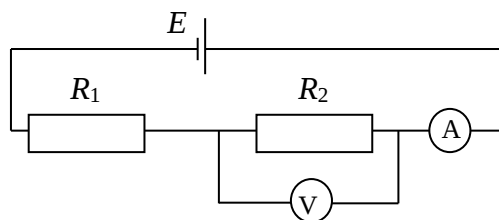
- а) скоростта на топчето v_1 , когато то се удари в дъното на кладенеца. [2 т]
- б) времето t_1 , за което то достига дъното на кладенеца. [2 т]
- в) броя на ударите N в цилиндричната стена на кладенеца, до момента на падане на дъното. [3 т]
- г) разстоянието x_1 между точката на падане на дъното на кладенеца и неговия център. [3 т]



фиг. 1



фиг.2а



фиг.2б

Задача 2. Разсеяният ученик.

Един ученик разполагал с волтметър с безкрайно голямо съпротивление и с амперметър с ненулево съпротивление. Решил да измери стойностите на електродвижещото напрежение E на батерия с пренебрежимо вътрешно съпротивление и неизвестните съпротивления R_1 и R_2 , последователно свързани към нея. Първоначално свързал измервателните уреди, както е показано на фиг. 2а. Волтметърът отчел напрежение $U_V = 1 \text{ V}$, а амперметърът - $I_A = 0,2 \text{ A}$. Усещайки се, че не ги е свързал правилно, преправил схемата, както е показано на фиг. 2б. Тогава волтметърът отчел напрежение $U_V' = 2,25 \text{ V}$, а амперметърът - $I_A' = 0,1 \text{ A}$. Замислил се и решил, че тези измервания са достатъчни не само да се намерят стойностите на електродвижещото напрежение E на батерията и съпротивленията R_1 и R_2 , но и съпротивлението на амперметъра r_A . Намерете ги и вие:

- а) съпротивлението на амперметъра r_A [2 т]
- б) съпротивлението R_2 [2 т]
- в) съпротивлението R_1 [3 т]
- г) електродвижещото напрежение E на батерията [3 т]

Задача 3. Позитроний.

Позитроний се нарича система, подобна на водородния атом. Състои се от един електрон и един позитрон, обикалящи по кръгова орбита около центъра на масата на системата. Позитронът е античастица на електрона – има същите характеристики като електрона (например маса), но електричният заряд му е положителен и равен на $+e$. Известни са следните константи:

заряд на електрона $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C

константа на Планк $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s

маса на електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg

скорост на светлината $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s

диелектрична проницаемост на вакуума $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ C/V.m

Намерете:

- а) Пълната механична енергия E на позитрония като функция на радиуса r на кръговата орбита. [2 т]
- б) Моментът на импулса L на позитрония като функция на радиуса r на кръговата орбита. [2 т]
- в) Предположете, че моментът на импулса L може да приема само следните стойности: $L = n\hbar$, (n – цяло число, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, h – константата на Планк).

Намерете при това условие пълната механична енергия E на позитрония като функция на n . Пресметнете стойността на E (в единици eV) при $n = 1$ [2 т]

г) намерете стойностите на скоростите v_e и v_p съответно на електрона и позитрона при $n = 1$. Релативистко ли е тяхното движение? [2 т]

д) Позитроният е нестабилна система. В един момент електронът и позитронът анихилират като се превръщат в два фотона. Намерете и пресметнете енергията на фотоните (в единици eV) с точност няколко процента. [2 т]