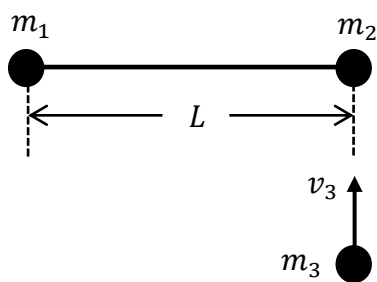


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

10 - 12 март 2017 г., Вършец

Тема за 11.-12. клас

Задача 1. Движение на топчета след удар.



Две топчета 1 и 2 с маси съответно m_1 и m_2 и пренебрежими размери са в покой. Свързани са с неразтеглива нишка с дължина L . Трето топче 3 с маса m_3 се движи със скорост v_3 , перпендикулярна на нишката, и удря централно топчето 2. Ударът е абсолютно еластичен.

а) Намерете скоростите u_2 и u_3 на топчетата 2 и 3 веднага след удара. [3 т.]

б) Ако центърът C на масата на системата от топчета 1 и 2 (без топче 3!) лежи на нишката на разстояния r_1 и r_2 съответно от топчетата 1 и 2, намерете тези две разстояния r_1 и r_2 . [1 т.]

в) Намерете скоростта u_C на центъра C на масата на системата от топчета 1 и 2. [1 т.]

г) Намерете ъгловата скорост ω , с която системата от топчета 1 и 2 се върти около

центъра C на масата си. [1 т.]

д) Намерете силата T на опъване на нишката, свързваща въртящите се топчета 1 и 2. [1 т.]

е) Изчислете стойностите на всички търсени дотук величини, ако $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $m_3 = 0,5 \text{ kg}$, $v_3 = 3 \text{ m/s}$, $L = 1 \text{ m}$. Представете резултатите в таблица, подобна на дадената.

величина	стойност	мерна единица
u_2	[0,3 т.]	[0,1 т.]
u_3	[0,3 т.]	[0,1 т.]
r_1	[0,3 т.]	[0,1 т.]
r_2	[0,3 т.]	[0,1 т.]
u_C	[0,3 т.]	[0,1 т.]
ω	[0,4 т.]	[0,1 т.]
T	[0,4 т.]	[0,1 т.]

Задача 2. Атомни спектри на водород и He^+

а) Електрон със заряд e и маса m_e обикаля по окръжност с радиус r около ядро със заряд Ze (масата на ядрото е много по-голяма от масата на електрона). Получете формула за скоростта v на движение на електрона. [2 т.]

б) Според теорията на Бор за водородния атом възможни са само тези кръгови орбити на електрона, за които е изпълнено условието за квантуване – моментът на импулса на електрона да е равен на цяло число n , умножено по редуцираната константа на Планк \hbar ($\hbar = \frac{h}{2\pi}$), т.е.: $m_e v r_n = n\hbar$. Алтернативно и еквивалентно условие за квантуване е „обиколката на кръговата орбита е равна на цяло число дължини на вълната на дьо Бройл на електрона“: $s_n = 2\pi r_n = n\lambda_B = n \frac{h}{m_e v}$. Използвайки едно от двете условия за квантуване, получите формула за радиуса r_n на n -тата орбита на електрона. [1 т.]

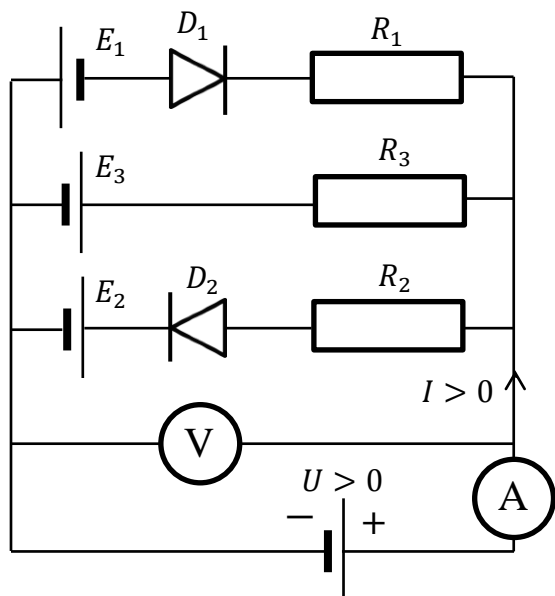
в) Изразете пълната енергия E_n (кинетичната + потенциалната) на електрона при движението му по n -тата орбита (с радиус r_n) като функция на физични константи и числото n . [2 т.]

г) Първата емпирична формула, описваща дължината на вълната на линия в емисионния спектър на водорода, дължаща се на преход на електрона от i -то на j -то ниво ($i > j$), е формулата на Ридберг: $\frac{1}{\lambda_{i \rightarrow j}} = R \left(\frac{1}{j^2} - \frac{1}{i^2} \right)$, където R е константата на

Ридберг, $R = 1,0974 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$. Използвайки резултатите, получени в предните подусловия, изразете константата на Ридберг чрез дадените физични константи. [2 т.]

д) Оказва се, че във видимата област (400 nm - 760 nm) някои от линиите от емисионните спектри на еднократно йонизирания хелий He^+ ($Z = 2$) съвпадат с линиите от Балмеровата серия ($j = 2$) на водорода. Изчислете дължината на вълната (в nm) на линиите от Балмеровата серия на водорода във видимата област и намерете кои преходи (за кои числа i и j) ($i \rightarrow j$) в He^+ имат същите дължини на вълните. Резултатите представете в подходяща таблица. [3 т.]

Задача 3. Електрическа схема с диоди и батерии.



Електрическа схема съдържа два диода D_1 и D_2 , три резистора със съпротивление R_1 , R_2 и R_3 и три батерии с електродвижещо напрежение съответно E_1 , E_2 и E_3 (забележете, че първата е с обърната полярност спрямо другите две). На тази схема е измерена волт-амперната характеристика $I = I(U)$ с помощта на волтметър, амперметър и външен източник на постоянно напрежение U , което може да си мени стойността и полярността. Токът и напрежението се смятат за положителни, когато имат посока и полярност, както е показано на фигурата. Получената волт-амперна характеристика, измерена при напрежения в интервала (-5 V; +10 V), е дадена по-долу. Има форма на начупена

линия, съставена от три отсечки – АВ, ВС и CD. Координатите на точките от графиката са следните: А (-5 V; -0,51 A), В (-1,5 V; -0,09 A), С (5 V; 0,04 A), D (10 V; 0,39 A). Допълнително е известна и точка Е (3 V; 0 A), която лежи на ВС.

а) Получете формули за зависимостта на тока от напрежението и дадените параметри на схемата (E_1 , E_2 и E_3 и R_1 , R_2 и R_3) за трите отсечки АВ, ВС и CD от волт-амперната характеристика. [4,5 т.]

б) От волт-амперната характеристика изчислете стойностите на E_1 , E_2 , E_3 и R_1 , R_2 , R_3 . [4,5 т.]

в) Текат ли токове през някои от резисторите R_1 , R_2 и R_3 , ако схемата не се захранва от външно напрежение U ? Какво напрежение би измерил тогава волтметърът (при премахнати външен източник на напрежение и амперметър)? [1 т.]

Физични константи:

заряд на електрона
 маса на електрона
 диелектрична проницаемост на вакуума
 константа на Планк
 скорост на светлината във вакуум

$$e = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,1094 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$h = 6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

