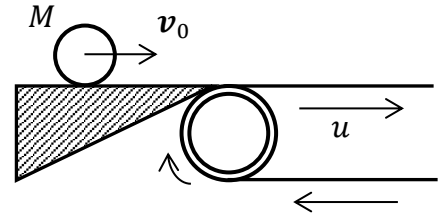


65. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2023/2024
krajské kolo kategória A
Text úloh v maďarskom jazyku

1. Henger a szállítószalagon

Egy vékonyfalú M tömegű henger csúszás nélkül gurul a vízszintes alátétén, haladási sebessége v_0 . Zökkenésmentesen átgurul egy szállítószalagra, amely ugyanabban az irányban mozog u sebességgel (A-1 ábra). A henger és a szalag közti súrlódási tényező f .



A-1 ábra

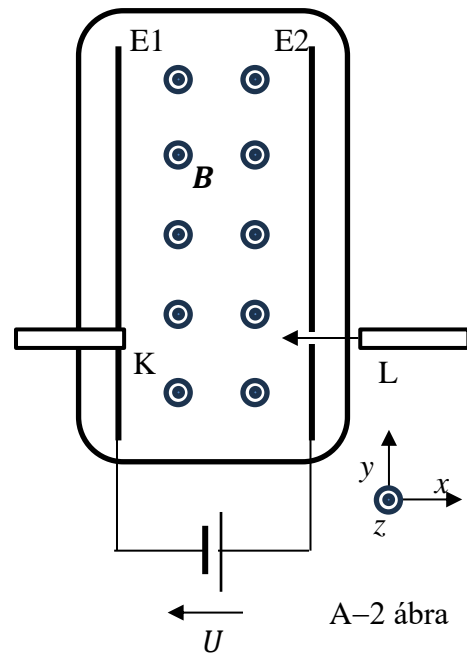
- a) Mennyi időbe telik (t_0), a szalagra érkezés pillanatától, míg a henger csúszás nélkül fog mozogni a szállítószalagon?
- b) Mekkora lesz a henger végső haladási sebessége a szállítószalaghoz viszonyítva, és mekkora lesz a forgásának szögsebessége?
- c) Mekkora lesz a henger mozgási energiájának változása a t_0 idő alatt, és mekkora hő szabadul fel ez alatt az idő alatt a szalag és henger közt fellépő súrlódás következtében?

A henger gördülőellenállása elhanyagolhatóan kicsi, ne vegyék figyelembe!

Megjegyzés: Egy vékonyfalú henger tehetetlenségi nyomatéka (a forgási szimmetria-tengelyére számítva) $I = MR^2$.

2. Elektron az elektromágneses térben

Az A–2 ábrán egy kísérleti berendezés, egy vákuumcső látható, amelyben két egymástól d távolságban levő, egymással párhuzamos sík elektróda (E1, E2) van. Az E1 elektródába beépítettek egy W_k kilépési munkájú katódot (K). Az egész rendszer B indukciójú homogén mágneses térben van, amely indukcióvonalai a z tengely irányában mutatnak (párhuzamosak az E1 és E2 elektródákkal). Az E1 és E2 elektródák közt homogén elektromos tér van, az elektródák közti feszültség U . A lézerténnel megvilágított katódból elektronok lépnek ki, kezdeti sebességük nulla, és így lépnek a kombinált elektromágneses térbe.



A–2 ábra

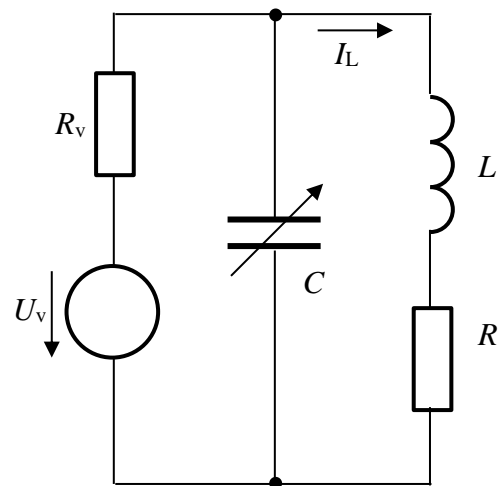
- Mekkora λ hullámhosszúságú lézerténnél szabadulnak ki a katódból nulla sebességű elektronok?
- A kiszabadult elektronokat az elektromos tér az elektródák közé vonzza, és az elektronok a kombinált $E-B$ -térben mozognak. Írják le az elektron mozgásegyenleteit az x és y irányokra! Határozzák meg milyen mozgásról van szó, valamint határozzák meg ennek a mozgásnak a paramétereit! Készítsék el az elektron pályájának közelítőleges rajzát (tétélezzék fel, hogy nem ütközik az E2 elektródába)! Tüntessék fel a rajzon a mozgás paramétereit!
- Mekkora az a legnagyobb d_m elektródák közti távolság, amelynél az elektronok becsapódnak az E2 elektródába? Határozzák meg, mekkora y_m távolságban (a katódtól az y tengely irányában mérve) csapódnak ekkor az elektronok az E2 elektródába?

A feladatot oldják meg általánosan, majd a megadott értékekre. A katód kilépési munkája $W_K = 1,60$ eV, a Planck-állandó $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J·s, az elemi töltés $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C, az elektron tömege $m = 9,1 \times 10^{-31}$ kg, a fény terjedési sebessége a vákuumban $c = 3,00 \times 10^8$ m·s⁻¹, $U = 100$ V, $B = 500$ μ T.

3. Elektromos áramkör

Az $L = 10 \text{ mH}$ indukciójú és $R = 50 \Omega$ belső ellenállású tekercset egy $U_v = 24 \text{ V}$, belső effektív feszültségű, $R_v = 2,0 \Omega$ belsőellenállású és $f = 2,5 \text{ kHz}$ frekvenciájú váltakozó áramú áramforráshoz csatlakoztatjuk. A tekercshez párhuzamosan csatlakoztatunk egy változtatható C kapacitású kondenzátort, amellyel szabályozhatjuk a tekercsben folyó I_L áramot (A-3 ábra).

- Mekkorának kell lennie a kondenzátor kapacitásának (C_m), hogy a tekercsben folyó áram effektív értéke maximális legyen ($I_{L,\max}$)?
- Mekkora az áramforrás P_m hatásos (effektív) teljesítménye, ha a kondenzátor kapacitása C_m ?



A-3 ábra

4. A Nap magja

A Nap *magjának* az égitest közepében található nagyjából 175 ezer kilométer sugarú térrészt nevezzük. Ezen belül, egy 140 ezer km sugarú részben zajlanak a Nap energiáját szolgáltató magfúziós folyamatok. A domináns folyamat az úgynevezett proton-proton ciklus, amelyben négy hidrogénmag (${}^1\text{H}$) egyetlen héliummaggá (${}^4\text{He}$) olvad össze, miközben nagy mennyiségű energia szabadul fel. A folyamat része, hogy két protonból a nagy nyomás és hőmérséklet következtében egy deutérium-mag (${}^2\text{D}$) keletkezik.

Képzeljünk el egy egyszerű fúziós modellt) Két proton halad egymással szemben azonos sebességgel. Ahhoz, hogy deutérium keletkezzen belőlük, olyan közel kell egymáshoz kerülniük, hogy érvényesülhessen a magerő, amely képes legyűrni a közöttük fellépő elektromos taszítóerőt.

- a) Mekkora v_1 sebességgel kell haladniuk az egymástól nagy távolságban lévő protonoknak, hogy a középpontjaik $d_1 = 1,68 \times 10^{-15}$ m távolságra, az átmérőjük nagyságára, közelítsék meg egymást?
- b) Tételezzék fel, hogy a protonok termodinamikai egyensúlyban lévő plazmát alkotnak, amelyre érvényes a Boltzmann-féle energiaeloszlás! Határozzák meg a plazma T_1 hőmérsékletét az *ekvipartíció* tételének felhasználásával, ha v_1 a protonok négyzetes középértéke!

A T_1 hőmérséklet túl nagy, ekkor az egész Nap egy pillanat alatt felélné az energiakészletét (elpárologtatva a környező Naprendszer), ezért más folyamatot kerestek a protonok fúziójának magyarázatára. A választ a kvantum mechanika adta meg, amelyben a határozatlansági elv ill. alagút-effektus érvényesül.

- c) Képzeljének el egy olyan leegyszerűsített modellt, amelyben a magfúzió akkor jön létre, amikor a protonok közti legkisebb távolság a de Broglie-hullámhosszuk fele ($\lambda/2$), de ez a hullámhosszuk még a közeledésük előtti eredeti hullámhosszuk! Mekkora a protonok kezdeti v_2 sebessége, amelynél a legkisebb kölcsönös távolságuk $d_2 = \lambda/2$ és (az alagút-effektusnak köszönhetően) végbe mehet a fúzió?
- d) , Mekkora T_2 hőmérsékletnél közelítik meg egymást a v_2 sebességű (négyzetes középérték) protonok úgy, hogy a legkisebb köztük lévő távolság a $\frac{1}{2}\lambda$ legyen?

Az elemi elektromos töltés $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C, a proton tömege $m_p = 1,6 \times 10^{-27}$ kg, a vákuum permittivitása $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F \cdot m $^{-1}$, a Boltzmann-állandó $k_B = 1,38 \times 10^{-23}$ J \cdot K $^{-1}$, Planck-állandó $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J \cdot s.