

Országos Szilárd Leó fizikaverseny feladatai

I. kategória döntő, 2004. április 17. Paks.

A feladatok megoldásához 180 perc áll rendelkezésre. Minden segédeszköz használható. Minden feladatot külön lapra írjon, s minden lapon legyen rajta a megoldó neve, osztálya és iskolája. A feladatok NEM nehézségi sorrendben vannak.

-

1. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Egy neutrongenerátor a következő fúziós reakció alapján állítja elő a nagy energiájú neutronokat: $2\text{H} + 3\text{H} \rightarrow 4\text{He} + \text{n}$. Ebben a fúziós reakcióban 2,82 pJ energia szabadul fel. A 200 kV feszültséggel felgyorsított deutérium ionnyaláb áramerőssége 1 mA. Ez a nyaláb olyan céltárgyra esik, amelyben fém (cirkóniumban) elnyeletett trícium atomok vannak.

- a) A nyaláb részecskéinek hányad része okoz fúziót, ha a neutrongenerátor másodpercenként 1010 neutronot kelt?
- b) Másodpercenként mennyi fúziós energia szabadul fel?
- c) Hogyan aránylik ez az energia ahhoz, amekkora energiával a nyaláb melegíti a céltárgyat?

(5 pont)

2. feladat (kitűzte: Újvári Sándor)

A CERN új gyorsítójában (LHC= Large Hadron Collider, Nagy Hadron Ütköztető) két, egymással szemben futó nyalábban protonokat és antiprotonokat ütköztetnek egymással. Mindkét nyalábban a részecskék lendülete: 7 TeV/c ($= 3,73 \cdot 10^{-15} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$).

- a) Ha egyetlen részecske keletkezne, mekkora lenne ennek a tömege?
- b) Milyen egyéb tulajdonságai lennének ennek a részecskének?

(5 pont)

3. feladat (kitűzte: Vastagh György)

A maghasadás során keletkező $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ sebességű neutronokat nehézvízzel 1 km/s sebességűre akarjuk lefékezni. Legalább hány ütközés szükséges ehhez? **(5 pont)**

4. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Rutherford abból következtetett az atommagok kis méretére, hogy az aranyfóliára ejtett alfa-részecskék egy része nagy szögben térült el, szinte visszapattant. Vajon hogyan győződhetett meg Rutherford arról, hogy ez a nagy szögű eltérülés nem abból származott, hogy az alfa-részecskék egy része sok atommal ütközött a fóliában, és a sok egymás utáni (kis-szögű) eltérülés adódott össze, és hozta létre végeredményben a nagy szögű eltérülést? **(5 pont)**

5. feladat (kitűzte: Berta Miklós)

Amikor egy töltött részecske átlátszó közegben nagyobb sebességgel mozog, mint a fény közegbeli terjedési sebessége, Cserenkov-sugárzást bocsát ki. Tegyük fel, hogy egy részecskenyaláb, amelyben $7,47 \cdot 10^{-20} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ lendületű mü-mezonok és pi-mezonok keveréke halad, átlátszó közegből készült detektorra esik. Mekkora válasszuk a detektor anyagának törésmutatóját, hogy a detektor csak a mü-mezonokat detektálja a Cserenkov-sugárzás segítségével?

Adatok: $m_\pi = 2,48 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$, $m_\mu = 1,88 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$.

(5 pont)

-

6. feladat (kitűzte: Szűcs József)

Egy $W_0 = 0,64 \text{ aJ}$ kilépési munkájú fémet monokromatikus fénnel világítunk meg.

a.) Milyen hullámhosszúságú (milyen színű) fényt használjunk, hogy a fény hullámhosszának és a fémből kilépő maximális sebességű elektron de Broglie hullámhosszának az aránya a legnagyobb legyen?

b) Határozzuk meg az arány maximális értékét!

(5 pont)

7. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Andris és Brigitta vitatkoznak:

A: Olvastam, hogy újabban egyre jobb eredményeket érnek el a hidrogén üzemanyagként való hasznosításában. Vannak olyan üzemanyagcellák, amelyek a hidrogén segítségével közvetlenül elektromos áramot állítanak elő. Az autóiparban is át lehetne térni a benzinről a hidrogén-meghajtásra. Ha ez megvalósulna, el lehetne felejtetni az üvegházhatást okozó széndioxid-problémát, mert sem a hidrogén égésekor, sem pedig az üzemanyagcellákban nem keletkezik széndioxid!

B: Szerintem a kérdés nem ilyen egyszerű. A hidrogén-technológia bevezetése önmagában még nem oldja meg az üvegházhatást, mert... Ahhoz az kellene, hogy...

Vajon hogyan érvelt Brigi?

(5 pont)

8. feladat (kitűzte: Sükösd Csaba)

Álmodban különös világban jártál: nem léteztek gömbölyű dolgok. Minden szögletes volt, még az atomok is kocka-alakúak voltak. Fizikaórán felszólítottak, és megkérdezték, hogy milyen rendszámú az első két nemesgáz? Már majdnem rávágtad az ébrenlétből ismert választ, amikor hirtelen rájöttél, hogy ez a válasz itt nem lenne jó...

Milyen két számot mondanál az álombeli tanárnak? Indokold is meg! (5 pont)

9. feladat (Károlyházi Frigyes feladata alapján kitűzte: Sükösd Csaba)

$p = mv$ lendületű, vízszintesen haladó elektronnyalábot nagy kiterjedésű fémlemezre ejtünk, amelyen kis, d átmérőjű kör alakú nyílás van. A lemez mögött L távolságra lévő fényképezőlemez a becsapódó elektronok megfeketítik.

a) Mekkora legyen a nyílás d átmérője, hogy a folt a lehető legkisebb legyen?

b) Mekkora lesz ekkor a folt átmérője?

Segítség: gondoljon az elektronok de Broglie hullámhosszára, és a Heisenberg-féle határozatlansági összefüggésre

(5 pont)

10. feladat (kitűzte Sükösd Csaba)

Vajda János írta Az Üstökös című versében:

Az égen fényes üstökös; uszálya

Az ég felétől, le a földre ér.

Mondják, ez ama „nagy”, melynek pályája

Egyenes, vissza hát soha se tér.

Haladhat-e egyenes pályán egy test a Naprendszerben anélkül, hogy a Napba zuhanna?

Indokolja meg a választ! (A bolygók hatását hanyagoljuk el!)

(5 pont)