



III. Feladat (10 pont)

A. rész (7 pont)

A III. feladatnak ebben a részében elemezned kell néhány magfizikához köthető jelenséget: meg kell becsülnöd egy atombomba robbanása során felszabaduló energiát, meg kell határoznod néhány radioaktív bomlásra jellemző fizikai mennyiséget.

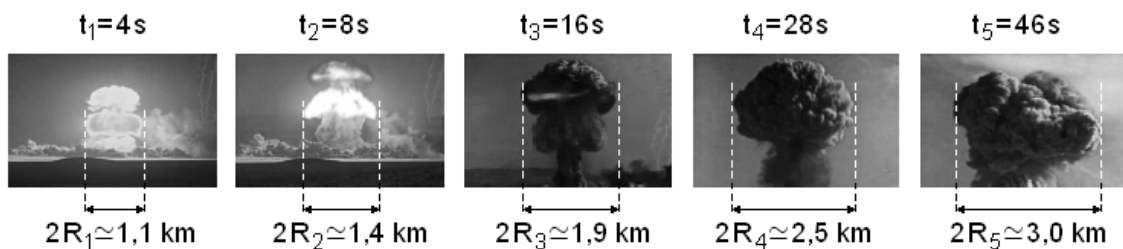
1. – A Sir Geoffrey I. Taylor által végzett becslés

A XX. század közepén az atombomba robbanása során felszabaduló energia titkosított információk számított. Dimenzióanalízis segítségével, valamint az 1945-ben, az első atombomba felrobbantásakor készült és 1947-től nyilvánossá tett filmfelvételeket felhasználva Geoffrey I. Taylor angol fizikusnak sikerült megbecsülnie a robbanás során felszabadult energiát. 1950-ben két cikket is megjelentetett, amelyekben bemutatta a becslés eredményeit.

Geoffrey I. Taylor azt feltételezte, hogy a robbanás során keletkezett radioaktív felhő R sugara csak a robbanás pillanatától eltelt t idő, a felszabaduló E energiamennyiségtől, valamint a radioaktív felhő körüli levegő ρ sűrűségétől függ.

1.a. Felhasználva ezeket az információkat és a dimenzióanalízis módszerét, vezess le egy összefüggést, amely megadja a radioaktív felhő R sugarát az E energiamennyiség, a t idő és a levegő ρ sűrűségének a függvényében!

Az 1. ábrán egy 1953-as robbantás során keletkezett radioaktív felhőről készült felvételsorozat pár képe látható.

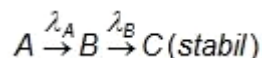


1. ábra

1.b. Az 1. ábra adatai alapján becsüld meg az 1953-as robbantás során felszabadult energiát!

A radioaktív felhőt körülvevő levegő sűrűsége $1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, a dimenziótlan együttható $C \cong 1$.

2. – Két egymás utáni magátalakulás tanulmányozása



Ebben a részben két, egymást követő magátalakulást kell tanulmányoznod. Ennek érdekében tételizz fel egy A atommagot, amelyek radioaktív bomlása során B atommag keletkezik. Ezután a B atommag tovább bomlik úgy, hogy egy stabil C atommag keletkezik. Az A atommag bomlás-állandója λ_A , a B atommagé pedig λ_B . A kezdeti ($t_0 = 0$) időpontban az A atommagok száma $N_A(0) = N_0$, a B és C atommagok száma pedig $N_B(0) = 0$ és $N_C(0) = 0$.

2.a. Vezesd le az A atommagok számának időbeni változását leíró $N_A = N_A(t)$ függvényt!

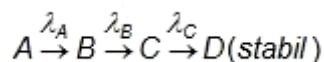
2.b. Vezesd le a B atommagok számának időbeni változását leíró $N_B = N_B(t)$ függvényt!

2.c. Határozd meg, mikor lesz a B atommagok száma maximális!

2.d. Vezesd le a C atommagok számának időbeni változását leíró $N_C = N_C(t)$ függvényt!

3. – Három egymás utáni magátalakulás tanulmányozása

Ebben a részben azt az esetet fogod tanulmányozni, amikor az atommag három egymást követő magátalakuláson megy át, az alábbi folyamatsornak megfelelően:

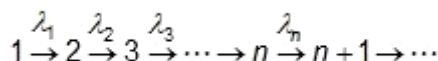


Ezután majd általánosíthatod az így kapott eredményt tetszőleges n számú átalakulásra.

Tekintsd ismertnek a λ_A , λ_B és λ_C bomlásállandókat. A kezdeti ($t_0 = 0$) időpontban az A atommagok száma $N_A(0) = N_0$, a B és C atommagok száma pedig $N_B(0) = 0$ és $N_C(0) = 0$.

3.a. Vezesd le a C atommagok aktivitásának időbeni változását leíró $\Lambda_C = \Lambda_C(t)$ függvényt!

A 3.a pontban kapott kifejezés általánosítható egy tetszőleges számú egymás utáni bomlásból álló bomlássorra



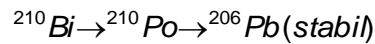
Ismertek a λ_i bomlásállandók ($1 \leq i \leq n$), valamint a kezdeti feltételek: $N_1(0) = N_0$ és $N_j(0) = 0$,

ahol $2 \leq j \leq n$.

3.b. Add meg a bomlássor n . bomlástermékének aktivitását az idő függvényében, azaz a $\Lambda_n = \Lambda_n(t)$ függvényt! (Csak a képletet kell megadni, nem kell levezetni.)

4. – Egy radioaktív anyag aktivitása

Ebben a részben meg kell határozni egy olyan radioaktív készítmény aktivitását, amely kezdetben csak ^{210}Bi atommagokat tartalmaz. Ismert, hogy a radioaktív ^{210}Bi az alábbi bomlási folyamatban vesz részt:



A ^{210}Bi valamint a ^{210}Po bomlásállandói $\lambda_{\text{Bi}} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ és $\lambda_{\text{Po}} = 5,8 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$, az Avogadro-szám $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

4.a. Határozd meg a kezdetben csak ^{210}Bi atommagokat tartalmazó radioaktív készítmény Λ_α és Λ_β aktivitását 20 nappal a minta elkészítése után, ha a kezdeti tömeg 2 mg.

© Javasolták: Prof. dr. Delia DAVIDESCU
Conf. univ. dr. Adrian DAFINEI

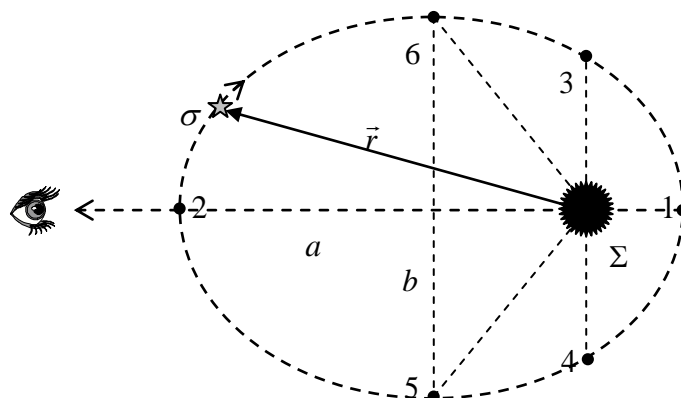
B.rész (3 pont)

Maximális radiális sebesség elliptikus pályán

Az σ csillag az ábrán látható módon ellipszis pályán mozog a sokkal nagyobb tömegű Σ csillag körül. A két csillagból álló rendszert az 1-2 egyenes irányában, nagyon nagy távolságból figyeljük meg.

a) Határozd meg a σ csillag maximális radiális (a megfigyelő irányába mutató) sebességét! Ismert: a pályaellipszis a és b féltengelyei, a K gravitációs állandó, a Σ csillag M tömege.

b) Határozd meg azt az τ_1 időt, amely alatt a σ csillag sebességének radiális összetevője nulláról a maximális értékre nő, valamint azt a τ_2 időt, amely alatt ez az összetevő a maximális értékről nullára csökken! Azt tudjuk, hogy $\tau_1 / \tau_2 = n$.



Javasolta : Prof. dr. Mihail SANDU, Liceul Tehnologic de Turism, Călimănești



VĂLASZLAP

III. Feladat (10 pont)

A. rész (7 pont)

1. – A Sir Geoffrey I. Taylor által végzett becslés

1.a. A radioaktív felhő R sugara az E energia, a t idő és a levegő ρ sűrűségének a függvényében:

0,50p

1.b. Az 1953-as robbantás során felszabadult energia becsült értéke:

1,00p

2. – Két, egymás utáni magátalakulás tanulmányozása

2.a. Az A atommagok számának időbeni változását leíró $N_A = N_A(t)$ függvény:

0,50p

2.b. A B atommagok számának időbeni változását leíró $N_B = N_B(t)$ függvény:

1,00p

2.c. Az az időpont, amikor a B atommagok száma maximális:

0,50p

2.d. A C atommagok számának időbeni változását leíró $N_C = N_C(t)$ függvény:

1,00p

3. – Három, egymás utáni magátalakulás tanulmányozása

3.a. A C atommagok aktivitásának időbeni változását leíró $\Lambda_C = \Lambda_C(t)$ függvény:

1,00p

3.b. A bomlássor n . bomlástermékének aktivitása az idő függvényében, azaz a $\Lambda_n = \Lambda_n(t)$ függvény:

0,50p

4. – Egy radioaktív készítmény aktivitása

4.a. A kezdetben csak ^{210}Bi atommagokat tartalmazó radioaktív készítmény Λ_α és Λ_β aktivitása, 20 nappal a minta elkészítése után:

1,00p

B. részfeladat (3 pont)

Maximális radiális sebesség elliptikus pályán

a. A σ csillag maximális radiális sebessége:

1,50p

b. A τ_1 és τ_2 idők:

1,50p