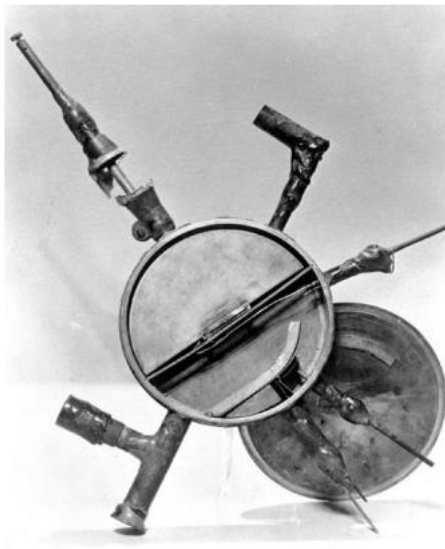


## A ciklotron

*Az első ciklotront 1930-ban Ernest Lawrence és Stanley Livingston építette. A berendezés mindössze 11 cm átmérőjű volt, és 80 keV energiára tudta a protonokat gyorsítani. Lawrence ezt követően nagyobb energiájú és nagyobb átmérőjű ciklotronokat épített, melyek segítségével nagy energiájú részecskenyalábokat állított elő magfizikai kutatások céljából. Kiszámolták, hogy az 1 MeV-ot meghaladó mozgási energiájú, könnyű ionok előállítására egy 28 cm átmérőjű berendezésre van szükség. Orvosbiológiai célokra 1936-ban használták először a ciklotront. A Berkeleyben lévő 91 cm átmérőjű berendezést a foszfor 32-es tömegszámú radioaktív izotópjának előállításához használták. Az izotóp negatív béta-bomlás során kilépő, nagy energiájú elektronjait leukémiában szenvedők rákos sejteinek elpusztítására használták.*



Lawrence és Livingston első ciklotronja

- Készítsen vázlatrajzot, és ennek felhasználásával ismertesse a ciklotron működési elvét! Milyen szerepet játszik a működésben a váltakozó elektromos, illetve az állandó mágneses tér?**
- Fejezze ki a részecske tulajdonságaival, valamint az alkalmazott mágneses indukció nagyságával azt az időt, ami alatt a részecske befut egy félkört a ciklotronban! Változik-e a ciklotronban a részecske sebességével a részecske keringési ideje is?**
- A ciklotron mely jellemzőit és hogyan változtassuk meg, hogy a részecskéket nagyobb energiára lehessen felgyorsítani? Adjon meg két lehetőséget!**
- Ismertesse a negatív béta-bomlás folyamatát, és mutassa be, hogy mely elemmé válik a 32-es tömegszámú foszfor a negatív béta-bomlás során!**
- Hogyan pusztítják el a radioaktív izotópok a rákos sejteket?**
- Határozza meg a 80 keV mozgási energiájú proton sebességét!**

(A proton tömege  $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg, az elemi töltés  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C)

(2024. október)

## Megoldás: (18 pont)

Adatok:  $E = 80 \text{ keV}$ ,  $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

a) A ciklotront bemutató vázlatrajz készítése és a működés ismertetése:

7 pont

A rajz, illetve a magyarázat akkor elfogadható, ha szerepelnek a következők:

- A mágneses tér merőleges a kör alakú berendezés síkjára (1 pont), ez tartja körpályán a részecskéket (1 pont).
- A két félkör alakú térrész között rövid szakaszon elektromos tér van (1 pont), ez gyorsítja a részecskéket (1 pont).
- A részecskék pályája egyre növekvő sugarú félkörívekből áll (vagy spirális) (1 pont).
- Az elektromos tér iránya (állandó ütemben) váltakozik (1 pont).
- A részecskék középen lépnek be és a külső szélén lépnek ki a ciklotronból (1 pont).

b) A fél keringési idő kifejezése, annak bemutatása, hogy ez a gyorsítás során állandó:

3 pont

(A Lorentz-erő biztosítja a centripetális gyorsulást, így)  $t = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{eB}$ , (2 pont), ez az érték a gyorsítás során állandó (1 pont).

c) A nagyobb energia eléréséhez szükséges változtatások felsorolása:

2 pont

Vagy a ciklotron méretét kell megnövelni (1 pont), vagy erősebb mágneses teret kell alkalmazni (1 pont).

d) A béta-bomlás ismertetése és a foszfor izotópból kialakuló bomlástermék megnevezése:

2 pont

Általános eset: a bomlás során a rendszenummer eggyel növekszik, egy elektron (és egy antineutrínó) távozik (másképpen: a neutronból egy proton és egy elektron keletkezik) (1 pont).

Konkrét eset:  $^{32}\text{S}$  izotóp keletkezik (1 pont).

e) A sejtekre gyakorolt hatás ismertetése:

1 pont

f) A keresett sebesség meghatározása:

3 pont

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m}} = 3,9 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{képlet} + \text{adatok behelyettesítése} + \text{számítás, } 1 + 1 + 1 \text{ pont})$$

Összesen

18 pont