

Nukleonóra

A jelenleg használt időmérő eszközök közül az atomórák a legpontosabbak. Az egyik legelterjedtebb atomóra típus, melyhez a másodperc definíciója is köthető, a cézium atomóra. Ennek elve, hogy a céziumatom két nagyon közeli (hiperfinom) energiaszintje közötti elektronugráshoz tartozó periódusidőt használják az idő mérésére. A céziumatom külső elektronját mikrohullámmal gerjesztve érhető el az elektronugrás. A másodperc definíciója a fenti elektronugrás során kibocsátott foton rezgési periódusának 9 192 631 770-szerese. A céziumóra pontossága az energiaszintek stabilitásán múlik. A megbízható időmérés elengedhetetlen a navigációban. A jövő időmérő eszközei a nukleonórák lehetnek, melyek a nukleonok energiaszintjei közötti ugrásokon alapulnak. A nukleonok energiaszintjei ugyanis stabilabbak, mint az elektronoké, és ez növeli az óra pontosságát. A nukleonórák megvalósítása során nehézséget okoz, hogy a nukleonok gerjesztéséhez jóval nagyobb energiára van szükség, mint az elektronok gerjesztéséhez.

a) Ismertesse a Bohr-modellt, magyarázza az atomok energiakibocsátását és -elnyelését a modell alapján!

b) Mekkora a céziumatom azon két energiaszintje között a különbség, melyeken a másodperc definíciója alapszik?

c) Milyen frekvenciatartományban sugároznak ki a céziumatomok fotonokat, amikor a két nagyon közeli energiaszint közötti elektronugrások zajlanak?

d) Hol találhatóak a nukleonok az atomban, és milyen típusai vannak?

e) Milyen sugárzást bocsát ki az atommag a nukleonok mélyebb energiaszintre kerülése során?

f) Milyen előnye volna a nukleonok gerjesztésén alapuló órának és milyen nehézséget jelent a megvalósításuk?

(2025. május id.)

Megoldás: (18 pont)

a) A Bohr-modell ismertetése és az energiakibocsátás, illetve -elnyelés magyarázata:

8 pont

A modell leírásában szerepelnie kell, hogy egy atommag körül (1 pont) az elektronok az elektromos kölcsönhatás (1 pont) hatására keringenek, diszkrét pályákon, amelyeknek energiája is diszkrét (meghatározott) (1 pont).

A belsőbb pályák alacsonyabb energiájúak (1 pont), mint a külsőbbek. Az elektron egy külsőbb pályáról egy belsőbbre történő ugrása (1 pont) energiakibocsátással (vagy fotonkissugárással) jár (1 pont).

Az elektron egy belsőbb pályáról egy külsőbbre történő juttatása (1 pont) az atom energiaelnyelésével lehetséges (1 pont).

(Bármilyen más, a Bohr-modellre vonatkozó helyes állítást is el kell fogadni. (Pl. a modell csak a hidrogénre érvényes. A pályák körök. Az elektronok perdülete a pályákon kvantált, stb.) Minden helyes állítás 1 pontot ér, legfeljebb 8 pont adható.)

b) Az atomórához használt két elektronpálya energiakülönbségének meghatározása:

3 pont

$$\Delta E = \varepsilon = h \cdot f = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 9192631770 \approx 6 \cdot 10^{-24} \text{ J}$$

(képlet + adatok behelyettesítése + számítás, 1 + 1 + 1 pont)

c) A frekvenciatartomány megnevezése:

1 pont

Mikrohullámú frekvenciatartományban, hiszen mikrohullámmal lehetett gerjeszteni.

d) A nukleonok megnevezése és helyük azonosítása az atomban:

2 pont

Proton és neutron (1 pont), az atommagban találhatóak (1 pont).

e) A gerjesztett nukleonok által kibocsátott sugárzás megnevezése:

2 pont

Gamma-sugárzás.

f) Az nukleonóra előnyének, illetve a megvalósítás nehézségének megnevezése:

2 pont

Mivel az energiaszintek stabilabbak, nő az óra pontossága (1 pont).

A nagyobb energiakülönbség miatt nehezebb a nukleonokat gerjeszteni (1 pont).

Összesen

18 pont