

Állandók:

Planck állandó: $6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s

Elektron nyugalmi tömege: $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

Elemi töltés: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C

Proton tömege: $1,6726485 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,00728 u

Neutron tömege: $1,6749543 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,00866 u

Atomi tömegegység: u = $1,6605402 \cdot 10^{-27}$ kg

Fénysebesség: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

$1 \text{ u} \cdot c^2 = 1,4944 \cdot 10^{-10}$ J = 935 MeV

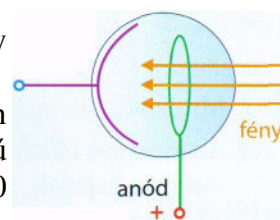
Elektron volt: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J

A hidrogén atom energia szintjei: $E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$; $n=1,2,3,4\dots$

Kvantum mechanika

Alapfeladatok

- Légüres térben hány darab 520nm-es foton rendelkezik 1mJ összes energiával? ($26 \cdot 10^{14}$)
- Egy fénynyaláb 10^{14} db fotont szállít másodpercenként. A fénynyaláb teljesítménye 30mW. Mekkora a fény frekvenciája? ($4,43 \cdot 10^{17}$ Hz)
- Mekkora annak a fotonnak az energiája melynek ugyanannyi az impulzusa (lendülete) mint egy 50MeV energiájú protonnak? (306MeV)
- Másodpercenként hány fotont bocsát ki egy 1W-os izzólámpa izzószála, ha a kibocsátott sugárzás átlagos hullámhossza 1 μ m-nek tekinthető? ($5 \cdot 10^{18}$)
- Határozzuk meg a cink kilépési munkáját, ha tudjuk, hogy a fényelektromos hatást kiváltó foton legnagyobb hullámhossza 300nm. (4,14eV)
- Bárium esetén a határhullámhossz 550nm. Mekkora a fotoelektronok maximális sebessége, ha a megvilágító sugarak hullámhossza 440nm? ($4,45 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$)
- Egy fotocella katódjának anyagára jellemző kilépési munka 0,392 aJ.
 - Mekkora lehet a megvilágító fény hullámhossza, hogy elektronkilépés létrejöhessen? (507,4 nm)
 - Mekkora lesz a kilépő elektronok energiája, ha a katódot a piacon vásárolt piros színű lézer fényével világítjuk meg? (Emelt szintű vizsgálóra készülő társunk a lézerceruza fényének hullámhosszát 640 nm-nek mérte.) (nem lép ki)
 - Mekkora feszültségre töltődik fel egy 6 μ F-os kondenzátor, melyet a katód és az anód közé kapcsolunk, ha a fotocellát 400 nm hullámhosszúságú kék színű fényel világítjuk meg? Hány többletelektron lesz a kondenzátor negatív töltésű lemezén? (0,66V, $2,43 \cdot 10^{13}$ db)
- Mekkora elektromos potenciálnál szűnik meg az elektronok kilépése a cézium katódból, ha 600nm-es sugarakkal világítjuk meg? A cézium kilépési munkája 1,89eV. (+0,2V az anódhoz képest)
- Mekkora hullámhossz rendelhető az 1V feszültségnél felgyorsított elektronhoz? Mekkora a hozzárendelt hullámhossz egy 1cm/s sebességgel mozgó parányi 1g-os anyagi pont esetében? ($12,25 \cdot 10^{-10}$ m, $6,63 \cdot 10^{-29}$ m)



10. Mekkora feszültségnél gyorsítsuk fel azt az elektronnyalábot mellyel elhajlásos kísérleteket szeretnénk végezni egy fém kristályrács párhuzamos kristállysíkjai. A kristállysíkok távolságát tekintjük 0,3nm-nek! ($U > 4V$)
11. Mekkora gyorsító feszültség szükséges egy Röntgen csőben, ha tudjuk, hogy az elektronok lefékezéséből származó folytonos spektrum legkisebb hullámhossza 20,6pm. (60kV)

Nehezebb feladatok

12. Átlagosan hány foton jut be az emberi szembe másodpercenként egy olyan izzólámpából, mely a szemtől 10m-re van? Az izzó teljesítménye 200W, az izzó által kibocsátott fény átlagos hullámhossza 600nm. A pupilla átmérőjét tekintjük 2mm-nek. A fényszóródás és elnyelődést elhanyagoljuk. ($1,5 \cdot 10^{12} \frac{1}{s}$)
13. Egy fotocella katódját első esetben 440nm, második esetben 680nm-es sugarakkal világítjuk meg. Második esetben a zárófeszültség 3,3-szor kisebb. Mekkora a fotokatód kilépési munkája? (1,39eV)

Atomfizika

Alapfeladatok

14. Tekintsünk egy alapállapotba lévő hidrogén atomot. Mekkora energiával gerjesszük az atomot, hogy a kibocsátási színkép Balmer sorozatában egyetlen spektrumvonalat figyelhessünk meg? (Balmer-sorozat: színkép-vonalak a látható tartományból mely magasabb energiaszintekről ($n=6,5,4,3$) az $n=2$ energiaszintre történő átlépésnél emittálódnak)(12,08eV)
15. Számítsuk ki a hidrogénatom látható színképvonalait! (A hidrogén atom látható vonalai a Balmer-sorozatban találhatóak és a következő átmeneteken emittálódnak: $n = 6 \rightarrow 2, 5 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 2$) (656nm - vörös, 486nm - világoskék, 434nm - lila, 410nm - lila)
16. A Balmer-sorozat hullámhosszait a Rydberg-féle formulával is megkaphatjuk: $\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$. Határozzuk meg a Rydberg állandó (R) értékét! ($1,0973 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$)
17. Egy alapállapotban lévő hidrogénatomot 20eV energiával ionizálnak. Mekkora lehet a kiszakított elektron legnagyobb sebessége? ($1,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$)

Az atommag fizikája

Alapfeladatok

18. Számítsuk ki az egy nukleonra jutó kötési energiát a ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ izotóp esetén MeV-ban és joule-ban! Az izotóp tömege tömegi egységekben 56,935398-u. (8,57MeV, $\approx 1,37 \cdot 10^{-12}\text{J}$)
19. Mekkora energia szükséges a ${}^{12}_6\text{C}$ izotóp 3 db α (${}^4_2\text{He}$) részecskére való szétbontásához? Adott: $M_{\text{He}} = 4,0026033 \cdot u$, $M_{\text{C}} = 12,0 \cdot u$. Átlagosan mekkora energia jut egy α részecskére? (7,274MeV, 2,425MeV)

20. Ha a ${}^{14}_7N$ izotópot neutronokkal bombázzuk ${}^{14}_6C$ izotópot kapunk, mely β^- radioaktív. Írjuk fel az átalakulások egyenleteit! (${}^1_0n + {}^{14}_7N \rightarrow {}^1_1p + {}^{14}_6C^*$, ${}^{14}_6C^* \rightarrow {}^{14}_7N + \beta^- + \tilde{\nu}$)
21. Határozzuk meg a következő átalakulás megvalósításához szükséges küszöbenergiát!
 $n + {}^{12}_6C \rightarrow 3 \cdot \alpha + n$. A szükséges adatokat megtaláljuk az előző feladatokban. (7,9MeV)
22. Mekkora energia jön létre 2 proton és 2 neutron fúziójából, amikor 1g He jön létre? Mekkora mennyiségű gázolaj elégetéséből nyerhetünk ugyanekkora energiát? A gázolaj égéshője 44,8 MJ/kg ($\Delta E = 27,37\text{MeV}$, összesen $4,1 \cdot 10^{24}\text{MeV} = 6,5688 \cdot 10^{11}\text{J}$, 14,66 tonna! gázolaj)
23. Deutérium és trícium fúziójából héliumot kapunk. (${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He$). Számítsuk ki a fúzió során kapott energiamennyiséget kWh-ban! Mekkora energiát kapunk 1kg deutérium - trícium keverék fúziójából? ($7,81 \cdot 10^{-19}\text{kWh}$, $9,36 \cdot 10^7\text{kWh}$!)
24. Milyen izotóp jön létre az ${}^{238}_{92}U$ izotópból két β^- és egy α bomlás után? Írjuk fel a bomlási egyenleteket! (${}^{235}_{92}U$)
25. Vizsgáljuk meg a ${}^{212}_{84}Po$ izotóp stabilitását az α bomlással szemben! Írjuk fel a bomlás egyenletét! Ismertek a következő atommagok kötési energiája: ${}^{212}_{84}Po$: 1657MeV, ${}^{208}_{82}Pb$: 1637MeV, 4_2He : 28MeV. ($\Delta E = +8\text{MeV} \rightarrow$ a ${}^{212}_{84}Po$ spontán módon α bomlásra képes!)
26. Egy atomreaktorban naponta egy gramm tömeghiány lép fel a működés közben a ${}^{235}_{92}U$ hasadási folyamata során. Mekkora elektromos teljesítményt szolgáltat a reaktor, ha 30%-os hatásfokkal működik? (312MW)
27. Egy atomerőmű fűtőblokkját 60m széles és átlagosan 1m mély csatornában 1m/s sebességgel áramló víz hűti. A víz hőmérséklete a hűtés során 10^0C -al csökken. Az erőmű hatásfoka 40%. A veszteség teljes egészében a hűtővizet melegíti. Mekkora teljesítménnyel szolgáltatja az erőmű az energiát, ha minden más veszteségtől eltekintünk? A víz fajhője: $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^0\text{C}}$. (1008MW)

Nehezebb feladatok

28. Az ${}^{234}_{90}U$ radioizotóp felezési ideje $2,48 \cdot 10^5$ év. Tudva, hogy a Föld életkora kb. $4 \cdot 10^9$ év vizsgáljuk meg, hogy napjainkban maradt-e legalább egy el nem bomlott ${}^{234}_{90}U$ izotóp! Kiindulásként használjuk a Föld tömegét mely $6 \cdot 10^{24}$ kg. (feltételezzük, hogy létrejöttekor a Földet teljes tömegében csak ${}^{234}_{90}U$ izotóp alkotja. A radioaktív bomlás törvényét használva azt kapjuk, hogy ennyi sok idő után egyetlen egy izotóp sem marad elbomlatlanul!)
29. Határozzuk meg egy fatárgy korát tudva, hogy a karbon módszerrel történő kormeghatározásban használt ${}^{14}_6C$ izotóp aktivitása a fatárgy esetében $\frac{3}{5}$ -e egy a kormeghatározás időpontjában kivágott fának. A ${}^{14}_6C$ felezési ideje 5730 év. (≈ 4223 év)
30. A földből kiszivárgó radioaktív radongáz (${}^{222}_{86}Rn$) felezési ideje 3,82 nap. Egy adott radon mennyiség hány százaléka bomlik el 36h alatt? (23,82%)

- 31.** Egy kibányászott uránércben az ^{238}U és ^{206}Pb atommagok számának aránya 2,80. Becsüljük meg az érc korát tudva, hogy az ^{238}U felezési ideje $4,5 \cdot 10^9$ év. (Az ^{238}U bomlási sorozat végén található stabil mag az ^{206}Pb) ($2 \cdot 10^9$ év)
- 32.** Egy ember vérmennyiségét a következőképpen állapították meg. A beteg vérébe 1cm^3 radioaktív $^{24}_{11}\text{Na}$ izotópot tartalmazó oldatot fecskendeztek. 5 óra elteltével vért vettek a betegtől és 1cm^3 vér aktivitása a befecskendezett oldatmennyiség aktivitásának 0,135%-e volt. Ezekből az adatokból határozzuk meg körülbelül hány liter vére van a betegnek? A $^{24}_{11}\text{Na}$ felezési ideje 15,3h. (6 liter)