

Tentamen Kaleidoscoop Moderne Natuurkunde

vrijdag 12 november 2010, 9:00-12:00, Tentamenhal 2

- Vermeld op elk vel papier jouw naam en studentnummer.
- Beantwoord de vragen kort en bondig, maar wel volledig; schrijf leesbaar.
- Het gebruik van een rekenmachine is niet toegestaan.
- $hc = 1240 \text{ eV nm}$; $\hbar c = 200 \text{ eV nm}$; $1 u = 931.5 \text{ MeV}/c^2 = 1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- Succes!

1. Leg uit wat het Compton effect is. Bereken de Compton golflengte $\lambda_C = h/(m_e c)$ van een elektron in nm ($m_e = 0.5 \text{ MeV}/c^2$).
2. Bereken de golflengte in nm en de frequentie in Hz van de tweede Balmer lijn $n = 4 \rightarrow n = 2$ in waterstof. Bereken eerst $E_4 - E_2$ in eV. Wat is de kleur van deze lijn?
3. Leg uit wat de K_α -lijn is in een Röntgenspectrum van atomen. Waarom geldt voor de energie van deze lijn $E \sim (Z - 1)^2$? Een mengsel van ijzer (Fe, $Z = 26$) en een onbekend materiaal X wordt beschoten met elektronen. De golflengtes van de K_α -lijnen zijn 0.194 nm voor ijzer en 0.229 nm voor materiaal X. Wat is het atoomgetal, Z , van dit materiaal?
4. Leg uit wat fluorescentie is en wat fosforescentie is. Geef van beide een toepassing.
5. Formuleer het Pauli-principe voor twee elektronen. Geef de elektronenconfiguratie van titanium (Ti, $Z = 22$). Leg het begrip Fermi-energie uit voor metalen (geen formules!).
6. Leg uit wat α -, β - en γ -verval zijn. Een $^{222}_{86}\text{Rn}$ -kern vervalt in een reeks naar $^{206}_{82}\text{Pb}$. Hoeveel α - en hoeveel β -deeltjes worden daarbij uitgezonden?
7. Waarom splijt $^{235}_{92}\text{U}$ gemakkelijker met langzame neutronen ($K \simeq 0$) dan $^{238}_{92}\text{U}$? Hoeveel neutronen worden geproduceerd in de splijtingsreactie $n + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{133}_{51}\text{Sb} + ^{98}_{41}\text{Nb} + ?n$? Schat de energie die vrijkomt in MeV. De atoommassa's voor de U, Sb en Nb isotopen zijn 235.04 u, 132.92 u en 97.91 u; de massa van een neutron is 1.01 u.
8. Waaruit zou een "anti-atoom", opgebouwd uit de antideeltjes van een atoom, bestaan? Welke fundamentele anti-fermionen zitten er in een "anti-atoom" van waterstof? Is een anti-neutron stabiel? Indien wel, waarom? Indien niet, geef de vervalsreactie.
9. Formuleer het onzekerheidsprincipe voor energie en tijd. Schat hiermee de dracht (reikwijdte) van de zwakke kernkracht in fm, uitgaande van de massa van het W-boson van 80.000 MeV/ c^2 . Wat is de dracht van de sterke kernkracht? Wat is de dracht van de elektromagnetische kracht en de zwaartekracht?
10. Fermi-vraagstuk: Bereken het volume van het water in de oceanen van de aarde.