

Hertentamen Kaleidoscoop Moderne Natuurkunde

maandag 7 februari 2011, 9:00-12:00, tentamenhal 3

- Vermeld op elk vel papier uw naam en studentnummer.
 - Beantwoord de vragen kort en bondig, maar wel volledig; schrijf leesbaar.
 - Het gebruik van een rekenmachine is niet toegestaan.
 - $hc = 1240 \text{ eV nm}$; $\hbar c = 200 \text{ eV nm}$; $1 u = 931.5 \text{ MeV}/c^2$.
 - Succes!
1. Bereken de golflengte in nm en de frequentie in Hz van de eerste Balmer lijn $n = 3 \rightarrow n = 2$ in waterstof. Bereken eerst $E_3 - E_2$ in eV. Wat is de kleur van deze lijn?
 2. Formuleer het onzekerheidsprincipe van Heisenberg voor plaats en impuls, en voor energie en tijd. Leg uit waarom het Bohr-model voor het atoom niet in overeenstemming is met het onzekerheidsprincipe van Heisenberg.
 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. The 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. Formuleer het Pauli-principe voor twee elektronen. Welke quantumgetallen voor atomen bepalen de opbouw van het periodiek systeem? Geef de elektronen-configuratie van calcium (Ca, $Z = 20$) en van technetium (Tc, $Z = 43$).
 5. Leg in het kader van het vrije-elektronenmodel uit wat een geleider, een isolator en een halfgeleider is. Schets de bandenstructuur. Geef van elk een voorbeeld.
 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. Een typisch huishouden verbruikt gemiddeld 850 W vermogen. Hoeveel gram deuterium brandstof zou hiervoor nodig zijn per jaar? Neem aan dat de relevante fusie-reactie is: ${}^2\text{H} + {}^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{He} + n$. Bereken eerst de Q -waarde in MeV van deze reactie. De atoommassa's van ${}^2\text{H}$ en ${}^3\text{He}$ zijn 2.014 u en 3.016 u ; de massa van een neutron is 1.009 u .
 8. Noem alle fundamentele fermionen en bosonen. Aan welke van de vier wisselwerkingen neemt een elektron deel? Een neutrino? Een neutron?
 9. Een cyclotron met straal $R = 0.5 \text{ m}$ versnelt protonen ($m = 940 \text{ MeV}/c^2$) in een 2.5 T magneetveld. Leg het principe van het cyclotron uit met een schetsje. Bewijs met $F = ma$ dat geldt: $mv = qBr$. Als de protonen het cyclotron verlaten bij $r = R$, bereken hun kinetische energie in MeV.
 10. Fermi-vraagstuk: Wat is de massa van de atmosfeer?