Tfy-3.1254 Fysiikka IIB (Kem,Mte,Puu,Tik) Tentti (3 op) 4.9.2008

1. Tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon sähkökenttä saadaan lausekkeesta $\vec{E}(y,t) = -(3{,}10 \cdot 10^5\,\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{m}})\hat{k}\sin[ky - (12{,}6 \cdot 10^{12}\,\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}})t]$.
   a) Määritä aallon etenemissuunta, taajuus ja aallonpituus.
   b) Määritä aaltoluku k ja magneettikentän $\vec{B}$ lauseke.
2. Selitä Huygensin periaate ja johda sen avulla taittumislaki.
3. Kuvitteellisen alkuaineen perustilassa oleva atomi voi absorboida 2,00, 5,00 ja 9,00 eV:n fotoneja ja sen ionisaatioenergia on 10,0 eV.
   a) Piirrä atomin energiatasokuvaaja.
   b) Perustilassa oleva atomi absorboi 9,00 eV:n fotonin. Laske virittyneen atomin emittoiman säteilyn kaikki mahdolliset aallonpituudet, kun syntynyt viritystila purkautuu.
4. Elektronidiffraktiokokeessa elektronit, jotka kiihdytetään 27,0 V:n jännitteellä, tulevat kohtisuoraan kiteisen aineen pintaa kohti ja siroavat aineen pinta-atomeista. Sironneiden elektronien ensimmäisen kertaluvun intensiteetin maksimi syntyy kulmassa 28,6° pinnan normaaliin nähden. Laske aineessa olevien pinta-atomien etäisyys toisistaan.
5. Tarkastellaan ydinreaktiota
   $${}^1_1\mathrm{H} + {}^7_3\mathrm{Li} \rightarrow {}^A_Z\mathrm{X} + {}^4_2\mathrm{He}$$
   a) Määritä tuntematon ydin ${}^A_Z\mathrm{X}$.
   b) Kuinka paljon energiaa vapautuu reaktiossa?

	m (u)		m (u)
${}^1_1\mathrm{H}$	1,007825	${}^6_3\mathrm{Li}$	6,015122
${}^3_2\mathrm{He}$	3,016029	${}^7_3\mathrm{Li}$	7,016004
${}^4_2\mathrm{He}$	4,002603	${}^9_4\mathrm{Be}$	9,012182

Merkitse opiskelijanumerosi (myös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiisi.

Vakiot

Alkeisvaraus	e =	$1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C
Atomimassayksikkö	u =	$1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg
Avogadron vakio	N_A =	$6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Coulombin vakio	k =	$8{,}99 \cdot 10^9$ N·m^2/C^2
Elektronin lepomassa	m_e =	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
Neutronin lepomassa	m_n =	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg
Planckin vakio	h =	$6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js
Putoamiskiihtyvyys	g =	9,81 m/s^2
Tyhjiön permeabiliteetti	μ_0 =	$4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A^2
Tyhjiön permittiivisyys	ϵ_0 =	$8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m
Valon nopeus tyhjiössä	c =	$3{,}00 \cdot 10^8$ m/s
Veden taitekerroin	n_v =	1,33

Tfy-3.1254 Fysiikka IIB (Kem,Mte,Puu,Tik) Tentti (3 op)

Kaavat

$$\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{in}}{\epsilon_0} \qquad \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{A} = 0 \qquad \oint_C \vec{E}\cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\phi_B}{dt} \qquad \oint_C \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0\left(I_C + \epsilon_0\frac{d\phi_E}{dt}\right)$$

$$y(x,t) = y_{\max}\cos(kx-\omega t) \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \omega = 2\pi f \qquad v = \lambda f$$

$$E_{\max} = cB_{\max} \qquad c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \qquad u_E = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 \qquad u_B = \frac{1}{2\mu_0}B^2$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B} \qquad S_{av} = I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{1}{2}\epsilon_0 c E_{\max}^2 \qquad p_r = \frac{I}{c} \qquad n = \frac{c}{v}$$

$$n_a\sin\theta_a = n_b\sin\theta_b \qquad \sin\theta_c = \frac{n_b}{n_a} \qquad I = \tfrac{1}{2}I_0\cos^2\theta \qquad \tan\theta_p = \frac{n_b}{n_a}$$

$$\Delta r = m\lambda \qquad d\sin\theta = m\lambda \qquad I = 4I_0\cos^2\frac{\phi}{2} \qquad \frac{\phi}{2\pi} = \frac{\Delta r}{\lambda}$$

$$a\sin\theta = m\lambda \qquad I = I_0\left[\frac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2 \qquad \beta = \frac{2\pi}{\lambda}a\sin\theta \qquad \sin\theta_1 = 1{,}22\frac{\lambda}{D}$$

$$\Delta t = \gamma\Delta t_0 \qquad \ell = \frac{\ell_0}{\gamma} \qquad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}} \qquad \vec{p} = \gamma m\vec{v}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \qquad K = (\gamma-1)mc^2 \qquad E = K + mc^2 \qquad E^2 = (mc^2)^2+(pc)^2$$

$$K_{\max} = eV_{AC} \qquad E = hf \qquad eV_0 = hf - \phi \qquad \lambda'-\lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\phi)$$

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad \Delta x\Delta p_x \geq \hbar = \frac{h}{2\pi} \qquad \Delta E\Delta t \geq \hbar \qquad U(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r}$$

$$P(x,t)dx = |\Psi(x,t)|^2dx \qquad \int_{-\infty}^{\infty}|\Psi(x,t)|^2dx = 1 \qquad \Psi(x,t) = \psi(x)e^{-iEt/\hbar}$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi(x)}{dx^2}+U(x)\psi(x) = E\psi(x) \qquad p = \hbar k \qquad E = \frac{\hbar^2k^2}{2m} \qquad E_n = \frac{n^2\pi^2\hbar^2}{2mL^2}$$

$$T = Ge^{-2\kappa L} \qquad \kappa = \frac{\sqrt{2m(U_0-E)}}{\hbar} \qquad G = 16\frac{E}{U_0}\left(1-\frac{E}{U_0}\right) \qquad E_n = \left(n+\frac{1}{2}\right)\hbar\omega$$

$$E_n = -\frac{13{,}60\text{ eV}}{n^2}\quad(n\geq 1) \qquad L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar\quad(0\leq\ell\leq n-1) \qquad L_z = m_\ell\hbar\quad(|m_\ell|\leq\ell)$$

$$U = -\mu_z B = m_\ell\mu_B B \qquad \mu_B = \frac{e\hbar}{2m} \qquad S_z = m_s\hbar\left(m_s = \pm\frac{1}{2}\right) \qquad \mu_{sz} = -(2{,}00232)\frac{e}{2m}S_z$$

$$E_n = -Z_{\text{eff}}^2\frac{13{,}60\text{ eV}}{n^2} \qquad |\mu_{sz}|_p = 2{,}7928\,\mu_n \qquad \mu_n = \frac{e\hbar}{2m_p}$$

$$r = 1{,}2\,\text{fm}\cdot A^{1/3} \qquad E_B = (ZM_H+Nm_n-{}^A_ZM)c^2 \qquad Q = (M_A+M_B-M_C-M_D)c^2$$

$$A = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda N(t) \qquad N(t) = N_0e^{-\lambda t} \qquad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \qquad T_{\text{kesk}} = \frac{1}{\lambda}$$