

## II. Fotoefekt.

*Fotoefekt, fotoefekti seaduspärasused, valguskvant ehk footon, Einsteini valem, "fotoprotsessid".*

- 1.Sõnastage fotoefekti sisu. Põhilised fotoefekti seaduspärasused.
- 2.Miks fotoefekti seaduspärasused pole seletatavad klassikalise füüsikaga?
- 3.Millist hüpoteesi kasutas Einstein fotoelektrilise efekti kirjeldamiseks? Mis on valguse kvant?
- 4.Elektroni väljumistöö - mis see on (teie selgitus).
- 5.Miks on metalli pinnalt välja löödud elektronide arv võrdeline ainult valguse intensiivsusega? Einsteini selgitus.
- 6.Footon lainepikkusega 600 nm (punane valgus) langeb tsesiumi plaadile. Kui suur on väljalöödud elektroni kiirus?
- 7.Fotoefekti punane piir - mis see ? Kuidas saab see Einsteini valemiga arvutada?
- 8.Kui suur **Fe** punane piir?
- 9.Kui suur **Li** punane piir?
- 10.Kui suur **Cu** punane piir?
- 11.Liitiumi plaadile langeb footon lainepikkusega 400 nm (ultravioletvalgus). Kui suur on väljalöödud elektroni kiirus?

## III. Comptoni efekt.

*Comptoni efekt, footoni põrge elektroniga, elektroni Comptoni lainepikkus.*

- 1.Compton efekti seletus. Mis seal toimub (millised füüsikalised protsessid)?
- 2.Röntgen toru - mis see on ja kuidas töötab?
- 3.Kirjutage energia jäävuse seaduse Comptoni efekti jaoks. Andke selgitusi.
- 4.Mis valemiga arvutatakse impulss erirelatiivsuse teoorias?  
Ülesanne: Elektron liigub kiirusega 299400 km/s. Arvutage elektroni impulss.
- 5.Mis valemiga arvutatakse kineetiline energia erirelatiivsuse teoorias?  
Ülesanne: Footon lainepikkusega 400 nm liikkub vaakumis kiirusega 250000 km/s. Kui suured footoni impulss ja kineetiline energia?
- 6.Kas gravitatsiooniväljas langeva footoni sagedus suureneb või väheneb? (teie arvamus).
- 7.Kas footoni hajumine elektronidel muudab footoni sagedust? Miks?

## Mõned valemid ja mõisted erirelatiivsuse teooriast.

### Koguenergia ja kineetiline energia.

$E = m \cdot c^2$  - keha kogu energia (Einsteini valem),  $c$  - valguse kiirus vaakuumis 299 792 458 m/s. Antud valemis keha mass  $m$  omakorda sõltub kiirust järgmiselt  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ , siis koguenergia jaoks

$E = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ . Keha koguenergia koosneb tegelikult kahest osast (saab koguenergiat niimoodi esitada):

$E = m_0 \cdot c^2 + E_{\text{kineetiline}}$  siin  $m_0 \cdot c^2$  - puhkeenergia ja  $m_0$  - niinimetatakse puhkemass. Siis kineetiline energia arvutatakse valemiga  $E_{\text{kineetiline}} = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \cdot c^2$  ja kineetilise massi jaoks

$m_{\text{kineetiline}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0$ . Saab näita et kui keha kiirus on palju korda väiksem kui valguse kiirus vakuumis

$v \ll c$ , siis  $E_{\text{kineetiline}} \approx \frac{1}{2} m_0 \cdot v^2$  - klassikaline valem aga ta ei ole täpne. See valem töötab hästi ainult tingimusel  $v \ll c$ .

### Impulss.

Arvutatakse valemiga  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ . Kui võtame arvesse massi sõltuvuse kiirust  $\vec{p} = \frac{m_0 \cdot \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ .

Koguenergiat  $E = m \cdot c^2$  saab ka arvutada impulssi abiga  $E = \sqrt{p^2 \cdot c^2 + m_0^2 \cdot c^4}$  (saab kontrollida!).

### Footon.

Ülaltoodud valemid on rakendatavad nullist erineva puhkemassiga kehadele (elektron, prooton jne). Siiski on osakesi, mille puhkemass on null, näiteks footon. Kuna footoni puhkemass on null, eksisteerib ta ainult valguse kiirusel liikudes.

Footoni energia arvutatakse Planki valrmiga  $E = h \cdot \nu$  või (see valem on universaalne). Siin  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  - Planki konstant,  $\nu$  - vastava elektromagnetlainete sagedus mille seotud laine pikkusega  $\lambda$  ja valguse kiirusega vakuumis järgmiselt  $c = \lambda \cdot \nu$ .

Footoni **kineetiline mass** (seotud footoni liikumisega valguse kiirusega) arvutatakse nii:  $h \cdot \nu = m \cdot c^2 \Rightarrow m = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$  ja footoni impulssi saab arvutada valemiga  $p = m \cdot c = \frac{h \cdot \nu}{c}$ .