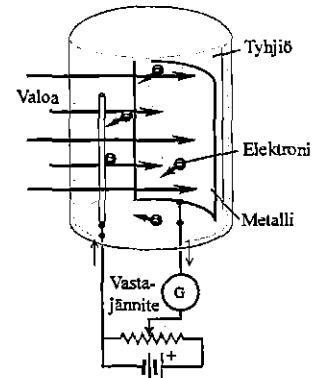


## Sallitut välineet:

- Henkilökohtainen tiivistelmä ("luvallinen lunttilappu"), joka on kirjoitettu käsin A4-kokoisen paperin molemmin puolin ja joka luovutetaan nimellä varustettuna vastauspaperin mukana.
- MAOL-taulukot tai muu yo-kirjoituksiin hyväksytyt taulukkokirja.
- Laskin, joka ei ole ohjelmoitava, tekstiä tallentava eikä symboliseen laskentaan kykenevä.

Vastaa valintasi mukaan vain viiteen kysymykseen. Katso kaikki ohjeet kääntöpuolelta.

1. Kaksi protonia törmäytetään suoraan vastakkain siten, että kummankin vauhti laboratorion koordinaatistossa on 75 % valon nopeudesta. a) Kuinka suuri on vastaantulevan protonin vauhti toisen protonin koordinaatistossa? b) Jos törmäyksessä syntyy protonien seuraksi neutraali pioni, jonka massa on  $2,406 \cdot 10^{-28}$  kg, kuinka paljon näillä kolmella hiukkasella on yhteensä liike-energiaa laboratorion koordinaatistossa?



2. Kun viereisen kuvan järjestelyssä 204 nm aallonpituinen ultraviolettivalo osuu tutkittavan metallin pintaan, pinnasta irtovien elektronien virran täydelliseen pysäyttämiseen tarvitaan 418 mV vastajännite. Mikä on a) elektronien pienin irrotustyö (elektronivolteina) ja b) elektronien irtoamisen kynnyksaallonpituus tutkittavassa metallissa?
3. a) Mikä hiukkanen saa energiaa Comptonin sironnassa? (1 piste.) b) Mikä hiukkanen menettää energiaa Comptonin sironnassa? (1 piste.) c) Onko Comptonin sironta edellä mainittujen hiukkasten kimmoinen, osittain kimmoton vai täysin kimmoton törmäys? (1 piste.) d) Johda Comptonin sironnin kaava. (Johdon kaikki välivaiheet on esitettävä ja perusteltava, ja kaikkien johtamisessa esiintyvien tunnusten merkitykset on mainittava. (3 pistettä.)
4. Vetyatomi on magneettikentässä, jonka vuontiheys on 1,25 T. a) Jos spinin vaikutusta ei oteta huomioon, kuinka moneksi tasoksi 4f-tilan energia on silpoutunut? b) Kuinka suuri on edellä mainituista tasoista ylimmän ja alimman erotus elektronivolteina? c) Kuinka monta sallittua siirtymää on 4f-tilalta i) tilalle 3p ja ii) tilalle 3d?
5. Kupari on yksiatominen alkuaine, jolla on pintakeskinen kuutiollinen hila. Laske taulukkokirjasta saatavilla tiedoilla a) kuparin hilavakio ja b) kahden kupariytimen pienin välimatka kiteessä.
6. a) Laske natrium-23-isotoopin ytimen sidosenergia pisaramallin mukaan. b) Laske natrium-23-isotoopin massa pisaramallista johdetusta massakaavasta kuuden merkitsevän numeron tarkkuudella. c) Montako prosenttia ja kumpaan suuntaan b-kohdan tulos poikkeaa kyseisen atomin todellisesta massasta?