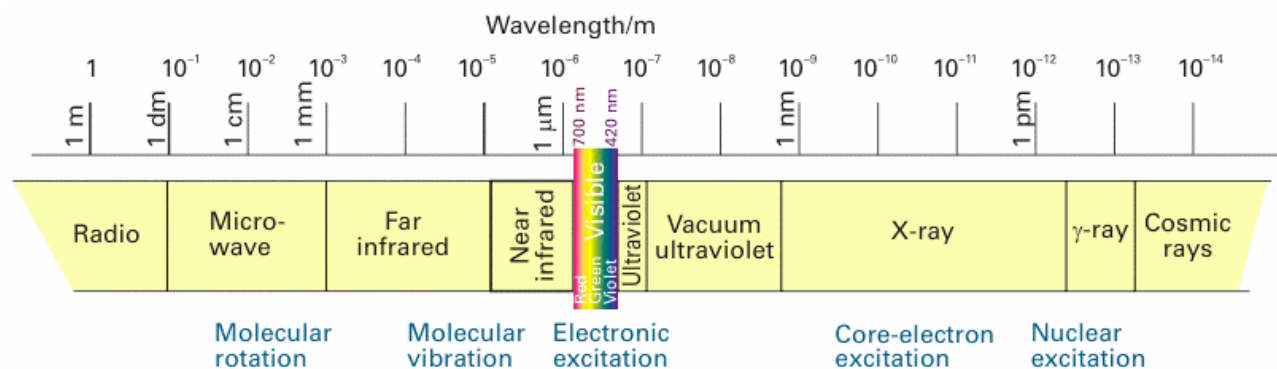


1. Alla olevassa kuvassa on esitetty sähkömagneettisen spektrin alueet. Laske eri "säteilylajien" raja-alueita vastaavat fotonin energiat ja ilmoita ne elektronivolteissa tai sen järkevässä monikerroissa.



2. Kuinka suuri on elektronin nopeus, jos sen de Broglie -aallonpituus vastaa atomitasojen tyypillistä välimatkaa kiinteässä aineessa (0.1 nm)? Laske vastaava elektronin kineettinen energia yksiköissä eV. Mitä sähkömagneettisen spektrin aluetta energia vastaisi, jos se olisi fotonin energia? Mitä voit tästä päätellä?

3. Auringon pinnan lämpötila on noin 5800 K. Jos oletetaan, että ihmisen silmä on sopeutunut aistimaan herkimmin sitä näkyvän alueen aallonpituutta, joka vastaa auringon säteilyspektrin maksimi-intensiteettiä, mitä väriä (=aallonpituutta) aistimme parhaiten? Ohje: Käytä ns. Wienin empiristä lakia, joka sanoo, että Planckin säteilylain intensiteettimaksimia vastaavat aallonpituudet λ_{\max} käyttäytyvät lämpötilan muuttuessa näin:

$$\lambda_{\max} T = hc/5k$$

4. Kun litiumia säteilytetään valolla, jonka aallonpituus on 300 nm, metallista irtoaa elektroneja joiden kineettinen energia on 2.935×10^{-19} J. Jos käytetään valoa jonka aallonpituus on 400 nm, irronneiden elektronien kineettinen energia on 1.280×10^{-19} J. Ratkaise (a) Planckin vakion arvo, (b) litiumin työfunktio, (c) valon suurin mahdollinen aallonpituus, joka pystyy irrottamaan elektroneja litiumista.

5. Vedyn 1s-elektronin aaltofunktio on

$$\psi(r) = (\pi a_0^3)^{-1/2} e^{-r/a_0}$$

missä $a_0 = 53$ pm (Bohrin säde). (a) Laske millä todennäköisyydellä elektroni löytyy ytimen ympärillä pallomaisesta tilavuudesta jonka säde on (a) 1.0 pm, (b) Laske vastaava todennäköisyys kun pallo on a_0 :n päässä ytimestä.

6. Määritä operaattoreiden (a) d/dx ja $1/x$ sekä (b) d/dx ja x^2 kommutaattorit.

7. Avaruudessa matkustava 5 g painoinen kiiltomato emittoi punaista valoa (650 nm) 0.10 W teholla jatkuvasti 10 vuoden ajan. Kuinka paljon emittoituvat fotonit lisäävät madon vauhtia?

8. Olkoon hiukkanen tilassa jonka normeerattu aaltofunktio on

$$\psi(x) = (2a/\pi)^{1/4} e^{-ax^2}$$

missä a on vakio ja $-\infty \leq x \leq \infty$. Laske Δp ja Δx ja osoita että niiden tulo ei riko Heisenbergin epätarkkuusrelaatiota.