A 4d $\to$ 2p átmenet során a hidrogénatom $n_1 = 4$-es főkvantumszámú állapotból $n_2 = 2$-es állapotba kerül. A hidrogénatom kvantált energiaszintjeit a Bohr-modell (vagy a kvantummechanika törvényei) szerint az

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}\,\frac{1}{n^2} = -\frac{13{,}6\ \mathrm{eV}}{n^2}$$

összefüggés alapján számíthatjuk ki (ahol m az elektron tömege, e az elemi töltés, h pedig a Planck-állandó). Eszerint $E_2 = -3{,}4$ eV, $E_4 = -0{,}85$ eV, a felszabaduló energia: $E_4 - E_2 = +2{,}55$ eV. Ez az energia az Einstein–Planck-hipotézis szerint

$$\lambda_0 = \frac{hc}{E_4 - E_2} = 485\ \mathrm{nm}$$

hullámhosszúságú fény keltésére elegendő (c a fénysebesség vákuumban).

A Földre érkező és itt megfigyelt fény $\lambda = 513$ nm-es hullámhossza $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = 28$ nm-rel nagyobb, mint a kibocsátott fényé, az tehát a vörös felé tolódott el. A *vöröseltolódást* a galaxis (és benne a csillag) nagy sebességű távolodása miatt fellépő Doppler-hatásként értelmezhetjük. A relativisztikus Doppler-képlet szerint

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}},$$

ahonnan a csillag távolodási sebességére a

$$v = \frac{\lambda^2 - \lambda_0^2}{\lambda^2 + \lambda_0^2}\,c = 0{,}056\,c \approx 16\,800\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$$

értéket kapjuk. Lényegében ugyanezt az eredményt kapjuk, ha a nemrelativisztikus $v = \dfrac{\Delta\lambda}{\lambda_0}\,c$ formulából indulunk ki; így számolva

$$v = 0{,}058\,c \approx 17\,400\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$$

távolodási sebességet kapunk.

A Hubble-törvény kapcsolatot ad meg az extragalatikus objektum r távolsága és v távolodási sebessége között:

$$v = Hr, \qquad \text{ahol} \quad H \approx 70\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}\cdot\mathrm{Mpc}}.$$

Ezek szerint a feladatban szereplő galaxis $r = \dfrac{v}{H} \approx 240$ Mpc távolságra van tőlünk; ez kb. 800 millió fényévnek felel meg.

Morvai Orsolya (Révkomárom, Selye János Gimn., 12. évf.)
dolgozata alapján