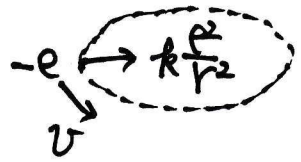


問1 水素原子の電子. クーロン力 = $k \frac{e^2}{r^2}$

$$m \frac{v^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \quad \text{--- ① 円運動 速度 } v, \text{ 半径 } r.$$



問2. 運動エネルギーと位置エネルギーの和を E とすると.

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \left(-k \frac{e^2}{r} \right) = \frac{1}{2} k \frac{e^2}{r} - k \frac{e^2}{r} = -\frac{k e^2}{2r} \quad \text{--- ②}$$

問3 求めよ波長を λ [m] とすると. 物質波(ド・ブローイ波)の公式より

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m v} \quad \text{--- ③}$$

$$\text{--- ①より. } m(m v^2) = m \left(k \frac{e^2}{r} \right) = \frac{m k e^2}{r} \quad \text{--- ③に代入}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{\frac{m k e^2}{r}}} = \frac{h}{e} \sqrt{\frac{r}{m k}} \quad \text{--- ④}$$

問4

電子の物質波が定常波をつくる場合.
円軌道の半径を r とし軌道の長さは
 $2\pi r$.



これが波長の n 倍となればよいから

$$2\pi r = n \lambda$$

$$\text{④より } 2\pi r = \frac{n h}{e} \sqrt{\frac{r}{m k}} \quad \text{--- ⑤}$$

問5

h に対応する半径を r_n [m] とすると. ⑤の両辺を2乗して. $r \rightarrow r_m$ とおくと

$$4\pi^2 r_n^2 = \frac{n^2 h^2}{e^2} \cdot \frac{r_n}{m k}$$

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 e^2 m k}$$

問6

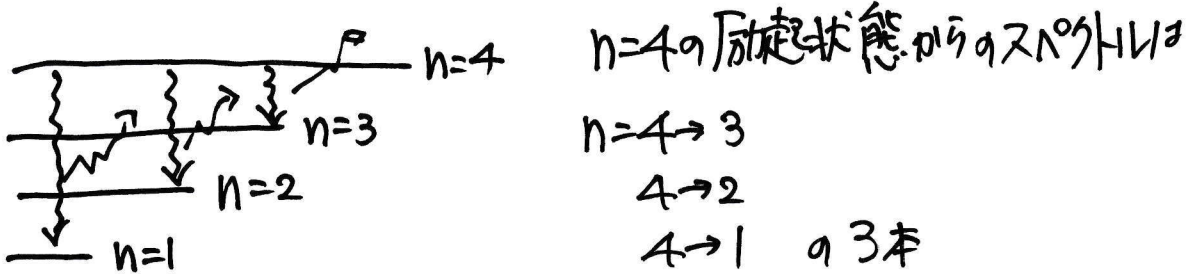
問2②F) $E \rightarrow E_n$ $r \rightarrow r_n$ と置くと

$$E_n = -\frac{ke^2}{2r_n} = -\frac{ke^2}{2} \cdot \frac{4\pi^2 m k}{n^2 h^2}$$

$$= -\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{n^2 h^2} \text{ [J]}$$

問7

$n=4$ よりも低いエネルギー準位は $n=3, 2, 1$



問8

$$E_4 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{42}} \quad (E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad c: \text{光速})$$

$$\Leftrightarrow -\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{h^2} \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{hc}{\lambda_{42}}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{2\pi^2 m k^2 e^4}{h^2} \left(-\frac{3}{16} \right) = \frac{hc}{\lambda_{42}}$$

$$\Leftrightarrow \lambda_{42} = \frac{8h^3 c}{3\pi^2 m k^2 e^4} \text{ [m]}$$