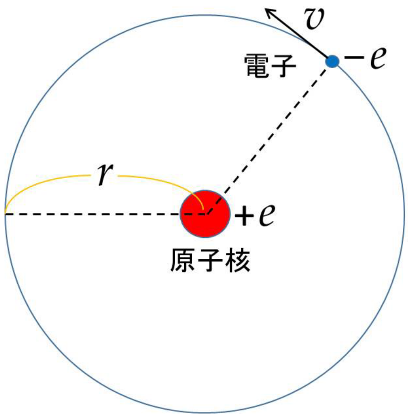
物理学演習 II　第 9 回　前期量子論

2016 年 12 月 2 日　　担当：佐藤 純

問題 1 [ボーアの原子模型]

質量 m，電荷 $-e$ の電子が，電荷 $+e$ の原子核の周りを半径 r，速度 v で等速円運動しているとする．



(1-1) この電子の運動量の大きさ p を求めよ．

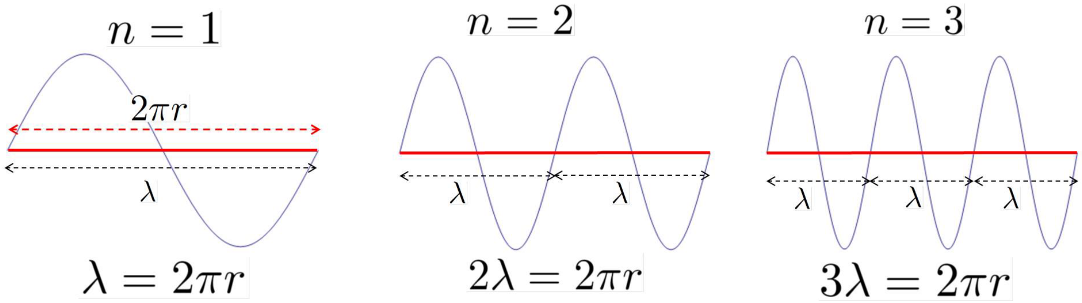
(1-2) この電子の角運動量の大きさ L を求めよ．

(1-3) 運動量 p の粒子の物質波の波長 λ が

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

で与えられるというド・ブロイの関係式から，プランク定数 h は角運動量の次元を持つことを示せ．

(1-4) 電子の軌道円周長が物質波の波長 λ の整数倍になるというボーアの量子化条件を式で表せ．



(1-5) そのとき，電子の角運動量 L がディラック定数 $\hbar$ の整数倍に量子化されることを示せ．

(1-6) 電子の円運動の遠心力と，原子核から受ける静電気力のつり合いの式を書け．

(1-7) このつり合いの式と，ボーアの量子化条件から，電子の円運動の半径 r と速度 v を求めよ．

(1-8) 電子の運動エネルギーは $\dfrac{1}{2}mv^2$, 静電エネルギーは $-\dfrac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ であることから，電子の全エネルギー E を求めよ．

(1-9) アインシュタインの光量子論によると，振動数 ν の光子のエネルギーは $h\nu$ と書ける．今，電子が状態 n_1 から n_2 に遷移して $(n_1 > n_2)$，波長 λ の光を放出したとすると，リュードベリの公式は

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$$

と書ける．リュードベリ定数 R を求めよ．