

- 【1】 [dimension check を含めよ。桁の見積もりを重視するので有効数字は一桁程度でよい]
- (a) 電子を加速して、 $5.9 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ の速度を与えた。この電子の持つ運動量はいくらか。電子の質量： $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 。
- (b) このときの物質波の波長はいくらか。 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ 。
- 【2】 質量が 0.166 kg のボールを 143 km/h で投げたときの物質波の波長はどのくらいになるか。
- ボールの現実的なサイズ (径例えば 10 cm) に対して波長はどのくらいの割合に相当するか。物質波はこのように運動する物体に**いつも**伴われるものであるが、実生活においては気付かない。
- 【3】 ボーアモデルに従って理論的に導かれるリュードベリ定数が、いくつかの物理定数の組立てで表されることを説明せよ。
- 【4】 水素原子の電子がもっとも低いエネルギー準位 ($n = 1$) にあるとき、原子からこの電子を取り去るのに必要なエネルギーを求めよ。このエネルギーは水素のイオン化エネルギーといわれている。
- 【5】 水素の基底電子軌道のエネルギーは -13.6 eV 、軌道半径は 0.053 nm である (n (ナノ) は 10^{-9} を意味する接頭語である)。ボーアモデルによれば、これらの数値は他の既知の物理量から導かれ、計算値と実測値の一致は大変によい。前者はリュードベリ定数 (正確には R を eV 単位に変換して -1 倍したもの)、後者はボーア半径 (a_0) という別の名称でも呼ばれる。中心核電荷を一般的に Z とし、主量子数を一般的に n とすると、軌道の半径やエネルギーは、水素基底電子軌道の場合の値に対する Z 依存性や n 依存性から簡単に求めることができる。次のものを求めよ。
- (1) H のイオン化エネルギー。 (2) He^+ の基底電子軌道のエネルギー。 (3) He の第二イオン化エネルギー。 (4) 水素で主量子数 2 の軌道のエネルギー。 (5) 水素で主量子数 2 の軌道の半径。 (6) He^+ の基底電子軌道の半径。
- 【6】 水素原子の電子が $n = 1$ から $n = 2$ および 3 に遷移するとき吸収するエネルギーの大きさを eV 、波長 (nm) および波数 (cm^{-1}) の単位で求めよ。
- 【7】 2-3 行で説明せよ。必要ならば図や式を用いてよい。
- (a) 光電効果
(b) 黒体放射 (黒体輻射)
(c) ボーアモデルの 3 つの仮説
- 【8】 [エネルギーの換算]
- (1) 熱エネルギーは絶対温度に比例する。比例定数は k_B ボルツマン定数である。室温 300 K の熱エネルギーは、何 cm^{-1} に相当するか。
- (2) 光のエネルギーは振動数に比例する。比例定数は h プランク定数である。 500 nm (可視領域帯) の光は何 cm^{-1} に相当するか。もしこれを熱で与えたら、何 K が必要か。(熱反応で与えられない高エネルギーを、光反応なら容易に与えられることがわかる)
- 【9】 水素類似原子について、 $n = 1, 2, 3$ の原子軌道を**全て**描け。ローブの方向と添字を対応させること。