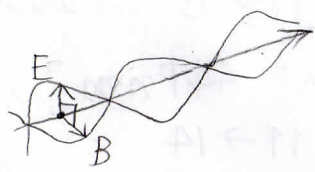


吸収波長と色が見える仕組み

光とは

広義の光 ... 電磁波

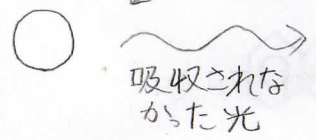
狭義の光 ... 可視光



波長 380 ~ 780 nm 程度の電磁波

白色光 = 波長の異なる可視光の混ざりもの

一部吸収 白色光



網膜にあるタンパク質がエネルギーを受け取り、立体構造が変化
→ 信号となり、脳に到達

目に見える色 = 物体が吸収した光の色の補色

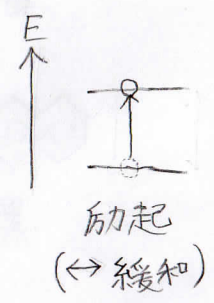
赤 ↔ 緑, 黄 ↔ 紫

吸収する光の波長の決まり方

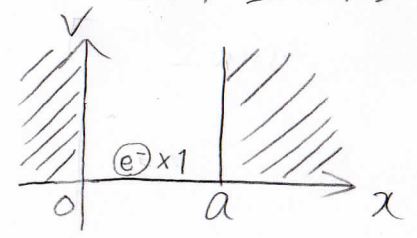
量子的な状態間のエネルギー差

$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

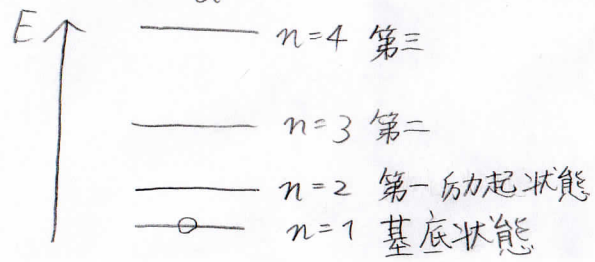
$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$



一次元井戸型ポテンシャル



$$E = \frac{h^2 \pi^2}{2ma^2} n^2 \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$



$n = n_1 \rightarrow n_2$ の励起 ($n_1 < n_2$)

$$\lambda = \frac{2ma^2}{h^2 \pi^2} \cdot hc \left(\frac{1}{n_2^2 - n_1^2} \right)$$

$$= \frac{8ma^2c}{h} \left(\frac{1}{n_2^2 - n_1^2} \right)$$

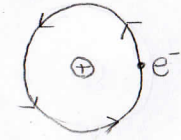
最大吸収波長 λ_{max} (最も ΔE が小さいときの λ)

$n = 1 \rightarrow 2$ の励起

$$\lambda_{max} = \frac{8ma^2c}{h} \frac{1}{2^2 - 1^2}$$

$$= \frac{8ma^2c}{3h}$$

ボーアの原子モデル (水素原子)



$$E = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad n=(1, 2, 3, \dots)$$

$n = n_1 \rightarrow n_2$ の励起

$$\text{波数 } \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

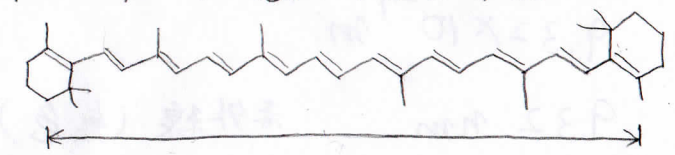
$$= R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R: \text{リドベリ定数} \quad R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

緩和の系列

- $n_1 = 1$ ライマン系列
- $n_1 = 2$ バルマー系列
- $n_1 = 3$ パウリエン系列

練習問題

β -カロテンの π 電子共役系を井戸型ポテンシャルと仮定するときの色は?



計算パラメータ

π電子数 = ?

$$m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

結合長 1.40 Å

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

結合角 120°

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

π電子は1つの状態に2個ずつ入るとする

現実での正解：赤橙色

$n = 11 \rightarrow 13$ への励起

$\lambda = 447 \text{ nm}$ 青色 \rightarrow 補色：橙色

$n = 11 \rightarrow 14$

$\lambda = 286 \text{ nm}$ 紫外線

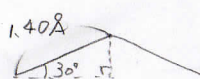
長いπ電子共役系は色が付いていることが多い

井戸型ポテンシャルはさほど正確な値を返さない

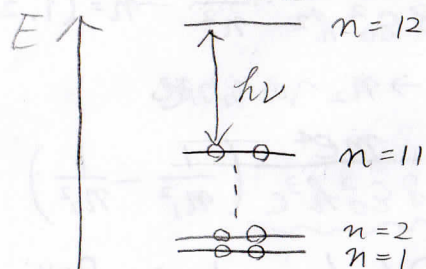
答え

$$a = 1.40 \times 10^{-10} \text{ m} \times \cos 30^\circ \times 21$$

$$= 2.55 \times 10^{-9} \text{ m}$$



π電子の数 22個



$n = 11 \rightarrow 12$ への励起が最大波長

$$\lambda = \frac{8ma^2c}{h} \left(\frac{1}{12^2 - 11^2} \right)$$

$$= \frac{8 \times 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (2.55 \times 10^{-9} \text{ m})^2 \times 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times (144 - 121)}$$

$$= 9.32 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 932 \text{ nm} \quad \text{赤外線 (無色)}$$

