

練習問題 7.1 放射、波長、振動数

1. 可視光のどの色が最も高い振動数ですか？最も低い振動数は？
2. 電子オープン・レンジの電磁波の振動数は FM ラジオ局の電磁波(91.7MHz)に比べて、高いですか、低い
ですか？(MHz=メガヘルツ = 10^6s^{-1})
3. X線の波長は紫外光よりも長いですか、短いですか？

答え：

1. 紫 = 最も高い振動数 赤 = 最も低い振動数
2. FM ラジオが電子オープン・レンジの電磁波の振動数よりも短い。
3. X線の波長は紫外線よりも短い。

練習問題 7.2 定在波

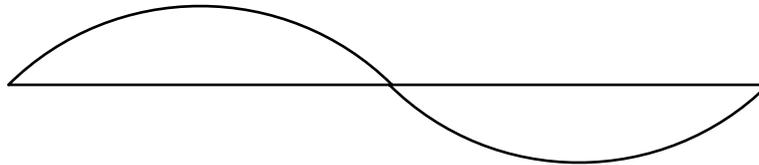
ここに示された線は長さが 10cm です。

この線を使って

1. 両端間 1 節の定在波を描きなさい。この波の波長は？
2. 両端間 2 節の定在波を描きなさい。この波の波長は？
3. 定在波の波長が 5cm ならば、境界にいくつの波が当てはまりますか？いくつの節がありますか？

答え：

1. 10 cm



2. 6.67cm



3. 2 波、5 節



練習問題 7.3 光子エネルギー

青色光($4.00 \times 10^2 \text{ nm}$)の 1 モル光子のエネルギーを 2.45 GHz ($1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ s}^{-1}$)の振動数のマイクロ波の 1 モル光子のエネルギーと比較しなさい。どちらが大きなエネルギーですか？何倍ですか？

答え：

青色光： $4.00 \times 10^2 \text{ nm} = 4.00 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$\nu = (2.998 \times 10^8 \text{ m/s}) / (4.00 \times 10^{-7} \text{ m}) = 7.50 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$E = h\nu$ を使って

$$E = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times (7.50 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}) = 4.97 \times 10^{-19} \text{ J/photon}$$

マイクロ波：

$$E = (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times (2.45 \times 10^9 \text{ s}^{-1}) = 1.62 \times 10^{-24} \text{ J/photon}$$

$$E(\text{青色光}) / E(\text{マイクロ波}) = 4.6 \times 10^5$$

青色光がマイクロ波よりも 50 万倍のエネルギーを持つ。

練習問題 7.4 電子のエネルギー

H 原子の $n = 3$ 状態のエネルギーを

a) 原子当たりのジュール単位で

b) モル当たりキロジュール単位で

求めなさい。

解：

$n = 3$ の時、エネルギーは

$$-(Rhc) / n^2 = -(Rhc) / 9 = -2.421 \times 10^{-19} \text{ J/atom}$$

モル当たりに変換

$$E = (-2.421 \times 10^{-19} \text{ J/atom}) \times (6.022 \times 10^{23} \text{ atoms / mol}) = -145.8 \text{ kJ/mol}$$

練習問題 7.5 原子スペクトル線のエネルギー

H 原子のスペクトル線のリーマン系列は紫外領域にあります。それらはエネルギーの高い準位から $n=1$ への遷移によります。この系列の最小エネルギー線の振動数と波長を計算しなさい。

解：式 7.5 を用いて

$n = 2$ (始状態)と $n = 1$ (終状態)のエネルギー差を計算する。

$$\begin{aligned} \Delta E &= -Rhc [(1/1^2) - (1/2^2)] = (-2.179 \times 10^{-18} \text{ J/atom}) \times (3/4) \\ &= -1.634 \times 10^{-18} \text{ J/atom} \end{aligned}$$

$$\lambda = hc / \Delta E$$

$$= (6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}) \times (2.998 \times 10^8 \text{ m/s}) / (1.634 \times 10^{-18} \text{ J/atom})$$

$$= 1.216 \times 10^{-7} \text{ m}, 121.6 \text{ nm}$$

$$\nu = 2.466 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

練習問題 7.6 ド・ブロイ式

質量 $1.675 \times 10^{-24} \text{ g}$ 、運動エネルギー $6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ の中性子に関する波長を計算しなさい。(運動する粒子の運動エネルギーは $E = mv^2/2$ であることを思い出しなさい)

答え：

中性子の速度を計算する

$$\nu = (2E / m)^{1/2}$$

$$=[2(6.21 \times 10^{-21} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2) / (1.675 \times 10^{-27} \text{ kg})]^{1/2} = 2723 \text{ m/s}$$

速度が分かると、波長が計算できる。

$$\lambda = h / mv$$

$$= [6.626 \times 10^{-34} (\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2)\text{s}] / [(1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}) \times (2723 \text{ m/s})]$$

$$= 1.453 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0.145 \text{ nm}$$

練習問題 7.7 量子数を使って

次の文章を完成しなさい

1. $n=2$ の時、 l の値は__と__である。
2. $l=1$ の時、 m_l の値は__、__、と__であり、副殻は文字ラベル__を有する。
3. $l=2$ の時、副殻は__副殻と呼ばれる。
4. 副殻が s とラベルされると、 l の値は__、そして m_l は__の値である。
5. 副殻が p とラベルされると、__軌道は副殻に現れる。
6. f とラベルされる副殻は、 m_l の値は__、そして__軌道が副殻内に存在する。

答え：

1. 0 と 1
2. $=1, 0, -1$ そして p
3. d 副殻
4. 0, 0
5. 3 個の
6. 7, 7

練習問題 7.8 軌道の形

1. 次の軌道の n および l 値を示せ：6s, 4p, 5d, 4f
2. 4p 軌道にはいくつの節面があるか？6d では？

答え：

1.

軌道	n	l
6s	6	0
4p	4	1
5d	5	2
4f	4	3

2.

4p 軌道は 1 つの節面。

6d 軌道は 2 つの節面を持つ。

