

電磁波の分類と物質との相互作用（教科書に対応項目なし）

授業の流れ

光(電磁波) → 原子スペクトル → 水素の原子スペクトル → ボーアモデル → 水素原子の構造

演習 1) 下の表で電磁波 A～F は次のうちの何か。X、紫外、ラジオ、^{ガンマ} γ 、マイクロ、赤外。

電磁波の種類 [略称]	波長(λ)の境界 (およその値)	物質との相互作用
A () 波		
B () 波	1 m	
C () 線 []	1 mm	
可視光線	700 nm	
	400 nm	
D () 線 [] () 線	200 nm	
	() 線	
E () 線	10^{-8} m	
F () 線	10^{-10} m	

真空中の光速 c 、プランク定数 h 、アボガドロ定数 N_A の値は教科書の付録 p.248「重要定数表」を見よ。

演習 2) 光（電磁波）の波長、振動数、エネルギーの互いの関係式を書け。

演習 3) I R、UV は何という英語の略称か。

演習 4) 次の項目に関連するのは上の 6 種類の電磁波のうちのどれか。

分子の振動、分子の回転、電子の励起（遷移）

演習 5) I R、UV、可視光を a) 振動数 b) 波長 c) エネルギー の大きい順に並べよ。

演習 6) 電子レンジで使う 2.45 GHz の周波数（振動数）の電磁波の波長はいくらか。これはどのような種類の電磁波か。

演習 7) ナトリウムの D 線の波長は 589 nm である。この光の (a) 光子 1 個のエネルギーを求めよ。(b) この光のエネルギーを kJ mol^{-1} を単位として表せ。参考) 1 個あたりの物理量を 1 モルに換算するには、アボガドロ定数 N_A ($6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) をかければよい。

★演習 8) ラジオの TBS（中波）および東京 FM の電波の周波数を調べ、その波長を求めよ。

★演習 9) 波長が 254 nm の紫外線について a) 振動数をもとめよ。

b) 光子 1 個あたりのエネルギーは何 J か。また 1 モルあたりでは何 kJ か。これを有機物の C—C 結合のエネルギー ($300 \sim 450 \text{ kJ mol}^{-1}$) と比較せよ。

プリント②【有効数字】の★4) の解答

★4) a) 1.234×10^4 (12340 の有効数字はあいまいだが、このときの0は有効数字に含めないのがふつう) b) 1.234×10^{-2} c) 1.230×10^{-1} d) 1.2300×10^3 (1.23 でも 1.230 でも不可; ここがよく判らない人はレポートにその旨記入して下さい)

プリント④【電磁波】の解答

- 1) A:ラジオ波 B:マイクロ波 C:赤外線(IR) D:紫外線(UV) E:X線 F: γ 線
- 2) $c = \lambda \nu$, $E = h\nu = hc/\lambda$
- 3) Infra-red, Ultra-violet ハイフンを省略することが多い。infra:下 ultra:超。
- 4) 分子の振動: IR、分子の回転: マイクロ波、電子の励起(遷移): 可視光および UV
- 5) a) c) は $IR < \text{可視光} < UV$ b) $IR > \text{可視光} > UV$ ※ $E = h\nu = hc/\lambda$; 「UV は IR よりエネルギーが大きいから有害」であることを思い出す。
- 6) 0.122m (1.22×10^{-1} m) 7) (a) 3.37×10^{-19} J ♠光の粒子性 (b) 203 kJ mol^{-1}

電磁波【Q&A】Q: 携帯電話が人体に有害であるという話を聞いたことがあるがほんとうか?

A: 未だよく判っていない。有害ではないかと疑われている理由は、ケータイの出す GHz 帯のマイクロ波が脳(?)内の物質の回転エネルギーとして吸収されるため、とされているが、どの波長の電磁波がどの化合物に吸収され、それがどのような生理作用に影響するかという機構はこれからの研究領域である。

Q: 遠赤外線^{メカニズム}で焙煎(煎ること)した豆でいれたコーヒーはおいしいのか? A: 遠赤外線は(一般に波長が長い光ほど)透過しやすいので、コーヒー豆の内部まで熱が届き、均一に煎ることができるため。私(山田)は味痴なので、ほんとうにそうかよく判りません。

Q: 可視光と IR、UV の境界は定義されているのか? A: おおよそその値で、物理的には区別する意味はない。人間がある波長の光を見ることができるかどうかは、目(網膜)の色素分子(レチナール)がその領域の電磁波を吸収するかどうかで決まるから人により異なる。ある大学院生は「慣れてくると低波長の末端は 350nm 位まで見える」と言っていた。

Q: IR でも UV でも分子が吸収した光のエネルギーの行方はどうなるか? A: 大部分は熱エネルギーに変換する。だから太陽の光を吸収する黒い服を着ると暖かい。例外的に光を出す(蛍光)か化学反応(例えば光合成)することがある。すべての場合でエネルギーは形を変えて保存される(エネルギー保存則=熱力学第一法則)。

Q: 左ページの表で、UV のところが2つに分かれているが、それは何か? A: 紫外線のうち、酸素により吸収されず、波長の長い(可視光線に近い)のが近紫外線、酸素に吸収され、波長の短い方が遠紫外線で、その境は約 200nm。遠紫外線を使う実験は真空中で行わなければならないので、遠紫外線を真空紫外線ともいう。生物関係では生物への影響の度合いで近紫外線をさらに UV-A、UV-B、UV-C と分けている。

Q: オゾン層と UV の関係は? A: オゾンは 200~300 nm の光を吸収する。この領域の UV は人体に有害である(皮膚ガンになる確率が增大する)理由は次の項を参照せよ。

Q: 波長の短い UV はなぜ人体に有害なのか? A: 皮膚の表面には UV を吸収する色素があり、その分子が励起されて化学反応をおこす。それがたまたま DNA 分子で、不可逆な反応であると DNA 損傷つまり発ガンする。

次回の予習項目: 教科書 p.24 2.2 ボーアの原子