

無機化学Ia

2016年9月～2017年2月

10月6日 第1回

ガイダンス

担当教員:

1回～8回

福井大学学術研究院生物応用化学分野

前田史郎

E-mail: smaeda@u-fukui.ac.jp

9回～16回

福井大学産学官連携本部

米沢 晋

教科書: 基礎無機化学 下井 守著、東京化学同人

この授業の前半ではカードリーダーによる出席を取ります。各自学生証をカードリーダーに通してから、着席すること。学生証を忘れた人は、当日の授業終了時まで申し出た人だけ出席扱いとします。後日出席の申し出は受け付けません。

1

授業概要

無機化合物の構造と結合、そしてその物理的・化学的性質を合理的に理解するために、原子の構造と周期律、化学結合を系統的に学んでいきます。

到達目標

1. 原子の構造を理解し、周期表を理論的に説明できる。
2. 無機化合物の構造や結合を量子化学に基づいて理論的に説明できる。
3. 無機化合物の構造と物理的および化学的性質との関係を理解している。

授業内容

無機化学に関する基礎的な内容を中心とした講義です。各章終了後に小テストを行いますので、その内容の理解度を確認して、理解していないところは復習して下さい。

全体の授業計画は下記の通りです。

第1～3回: 第1章 原子構造と周期律

第4～5回: 第2章 分子の構造と結合

第6～7回: 第3章 無機物質の結晶構造と結合

第8回: 中間試験

第9～10回: 第4章 無機物質の反応

第11～13回: 第5章 典型元素の単体と化合物の性質

第13～15回: 第6章 遷移元素の単体と化合物の性質

第16回: 期末試験

準備学習(予習・復習)等

授業内容をプリントして配布しますが、事前にWeb上に公開しますので、授業前に予習をしてください。各章終了後に小テストを行いますので、その内容の理解度を確認して、理解していないところは復習して下さい。

授業形式

Power pointおよび黒板による講義。授業内容はプリントとして渡します。各章後に小テストを行い、その内容の復習と本人の理解度を確認します。

成績評価の方法・基準

中間試験と期末試験: 100点満点で60点以上で合格とする。5回以上欠席すると単位を取得できない。

教科書・参考書等

下井 守著、「基礎無機化学」、東京化学同人(2009)

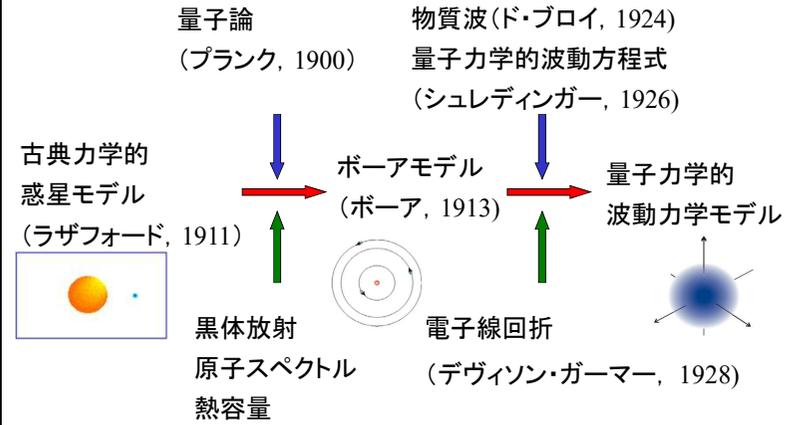
前半部分の担当教員連絡先と授業資料

担当教員:福井大学大学院工学研究科生物応用化学専攻
前田史郎

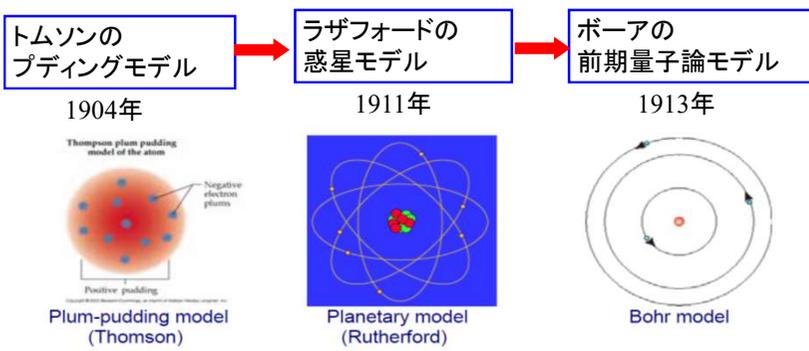
E-mail: smaeda@u-fukui.ac.jp

http://acbio2.acbio.u-fukui.ac.jp/phychem/maeda/kougi

量子力学的原子モデルへの発展

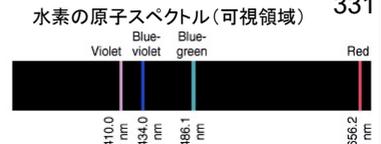


原子モデルの発展



原子構造と原子スペクトル

量子力学の原理を使って原子の内部構造を説明する.



水素の原子スペクトル

↓

水素原子の電子波動関数についてシュレディンガー方程式をたてる

$$\mathcal{H}\psi = E\psi$$

↓

方程式を解いて、1電子波動関数を求める.

$$\Psi(r, \theta, \phi) = R_{n,l}(r)Y_{l,m}(\theta, \phi)$$

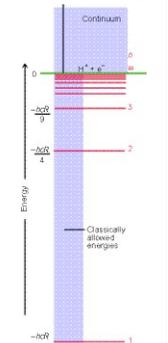
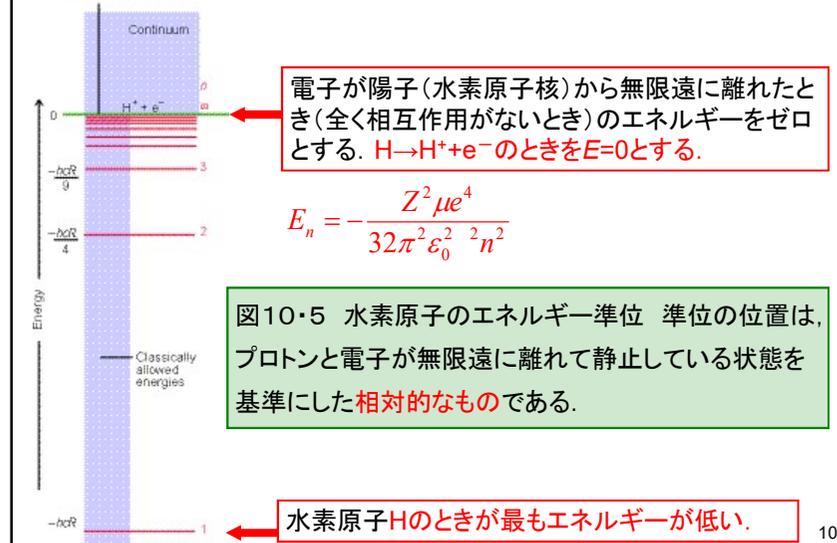
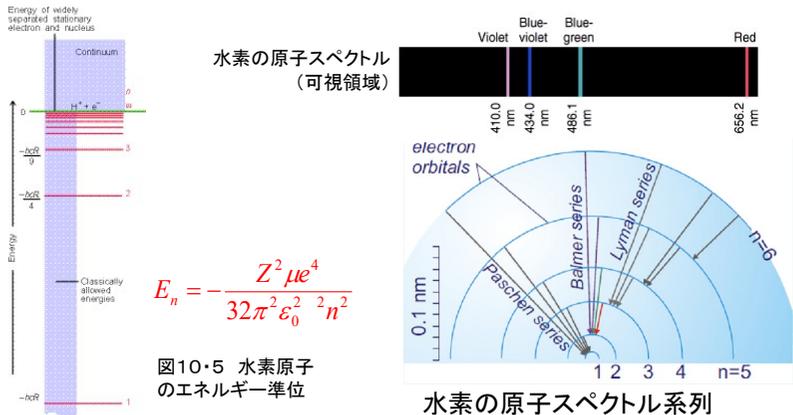
$$E_n = -\frac{Z^2 \mu e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 n^2}$$


図10・5 水素原子のエネルギー準位

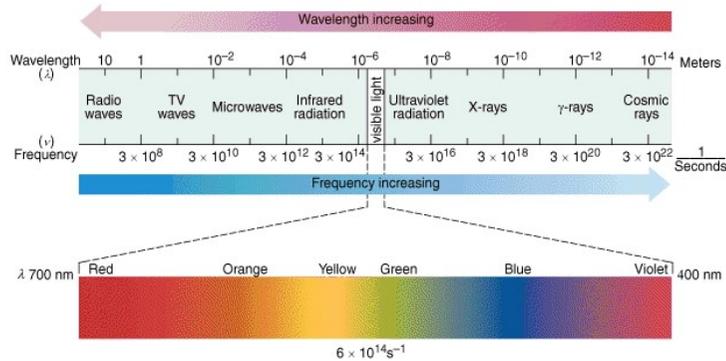
原子構造と原子スペクトル

原子の電子構造は、原子・分子の構造や反応を理解するために重要であり、広い範囲にわたって化学・生化学の分野に応用できる。



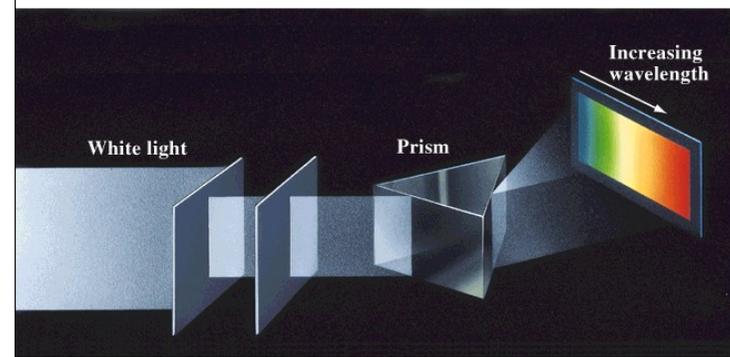
電磁波スペクトル

電磁波は、波長の短い、宇宙線、γ線から、波長の長いマイクロ波、ラジオ波まで広く分布している。可視領域の電磁波を光という。



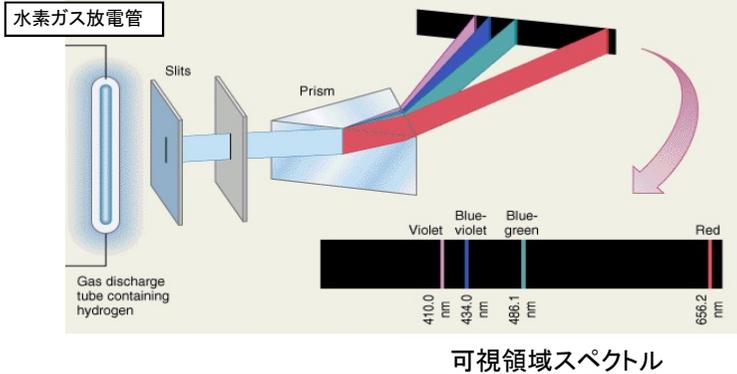
A spectrum of white light

白色光は赤、橙、黄、緑、青、紫の光が重なり合ったものである。

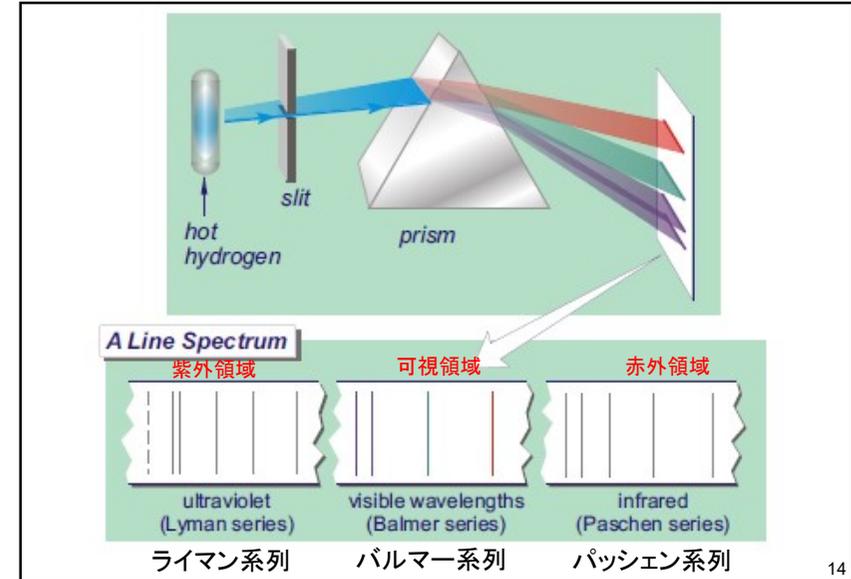


水素原子の構造とスペクトル

気体水素を通して放電を行うとき、 H_2 分子が解離してエネルギー的に励起したH原子ができて、これは離散的な振動数の光を放出する。可視領域では $\lambda = 656, 486, 434, 410$ nmである。



13



14

スイスのバルマーは、1885年に、可視領域のスペクトル線の波数が下の式に合うことを指摘した。定数 R_H をリュードベリ定数という。

The Balmer series (see bottom of page 5) gets its name from a Swiss mathematician who figured out some regularities in the spacing of the lines:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

wavelength a constant an integer

line color	n
violet	6
violet	5
blue-green	4
red	3

15

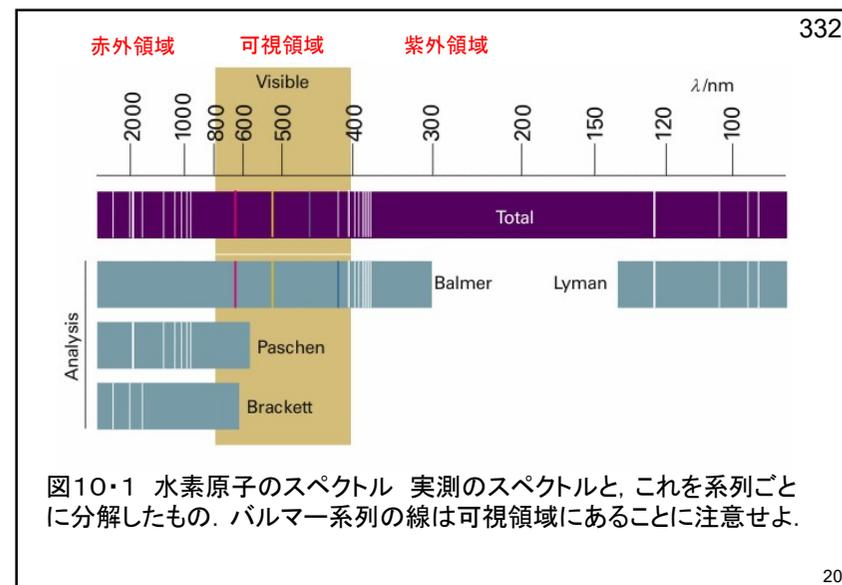
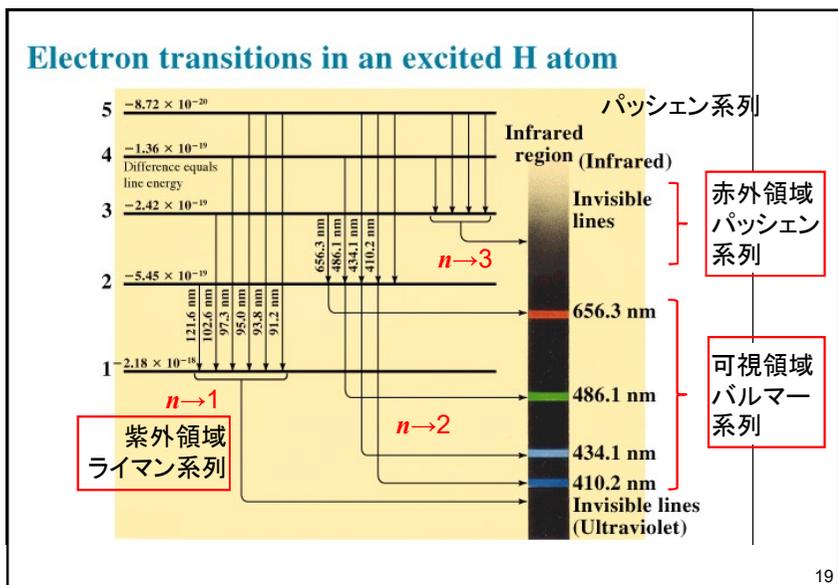
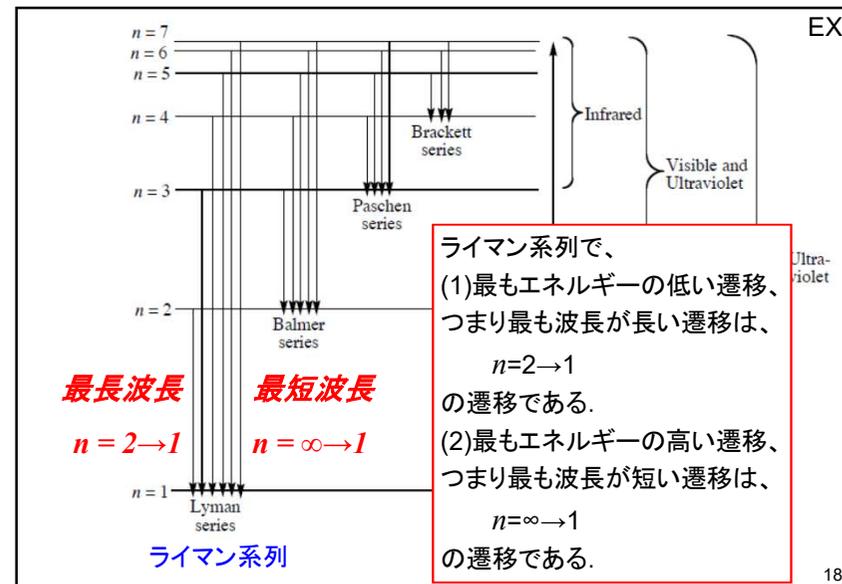
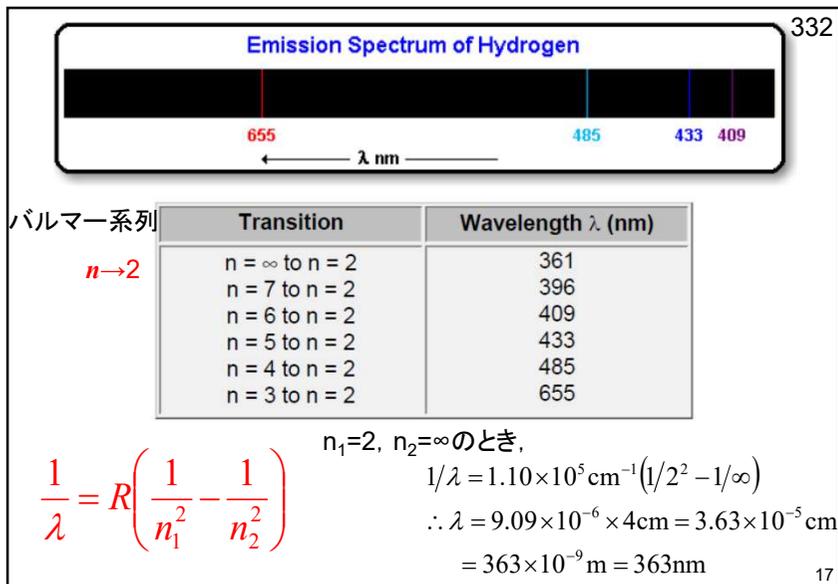
水素の原子スペクトルは、いくつかのスペクトル系列から構成されている。スペクトル系列とは何か。

気体水素を通して電気放電を行うと、離散的な振動数の光を放出し、一連の線スペクトルを生じる。リュードベリは、1890年に全ての線列が次の式に合うことを認めた。

$$\tilde{\nu} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R_H = 109677 \text{ cm}^{-1}$$

ここで、スペクトル線は、 $n_1=1$ (ライマン系列)、 $n_1=2$ (バルマー系列)、 $n_1=3$ (パッシェン系列)、...といったように、 n_1 で分類されるいくつかの系列に分けることができる。これらをスペクトル系列という。

16



数値例

ライマン系列($n_1=1$)で最長波長(最もエネルギーの低い遷移, つまり1つ上のエネルギー状態への遷移である)を持つ遷移は $n=2$ から $n=1$ への遷移である. この遷移の波数は,

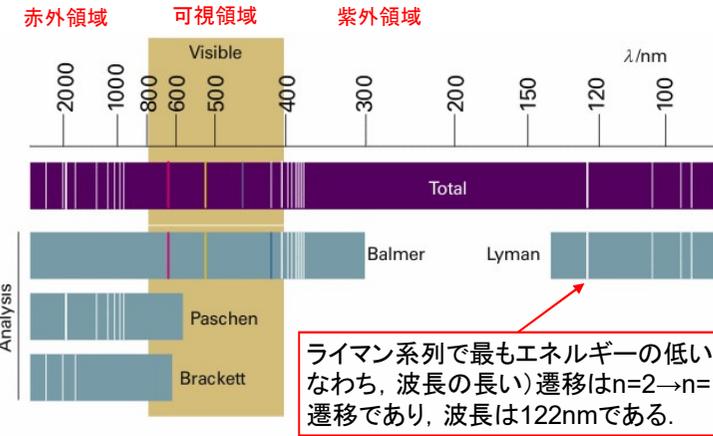
$$\tilde{\nu} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = (109,677 \text{ cm}^{-1}) \times \frac{3}{4} = 82,258 \text{ cm}^{-1}$$

第1項の分母の数値は系列による。
ライマン系列では1,
バルマー系列では2, ...
である。

である. したがって, 波長は,

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{8.2258 \times 10^6 \text{ m}^{-1}} = 1.2157 \times 10^{-7} \text{ m}$$

つまり, 122 nmで, スペクトルの紫外領域にある.

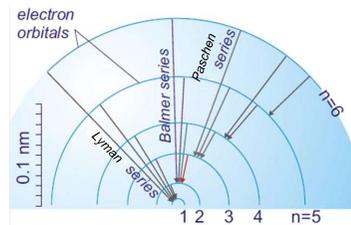


ライマン系列で最もエネルギーの低い(すなわち, 波長の長い)遷移は $n=2 \rightarrow n=1$ の遷移であり, 波長は122nmである.

図10.1 水素原子のスペクトル 実測のスペクトルと, これを系列ごとに分解したもの.

問題 パッシュェン系列($n_1=3$)の最短波長の遷移にもなって放射される電磁波の波長 λ/nm を計算せよ.

[例解] 最短波長ということは最もエネルギーが大きいことを意味しており, $n_2=\infty$ から $n_1=3$ の準位への遷移である.



$$\tilde{\nu} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = \frac{109677}{9} (\text{cm}^{-1})$$

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

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{9}{109677 \times 10^2} (\text{m}) = 8.21 \times 10^{-7} (\text{m}) = 821(\text{nm})$$

波長821 nmで, スペクトルの赤外領域にある.