

1 章

(1)

<粒子性 1 : 油滴実験>

電荷を帯びた油滴の電場中での落下運動から、油滴の電荷を見積もりそれが電子電荷の整数倍になっていることを突き止めた。Millikan の油滴実験とも呼ばれる。

<粒子性 2 : 陰極線実験>

陰極線（高エネルギー電子の流れ）を発生させ、その電場中での運動より電子の電荷割る質量 e/m_e が測定され、油滴実験の電荷値を用いることで電子の静止質量が見積もられた。Thomson の陰極線の実験とも呼ばれる。

<波動性 1 : 電子線回折>

電子線を金箔に当てると、X線と同じように回折される（1928, G. P. Thomson）。この現象を応用したのが電子顕微鏡である。

<波動性 2 : トンネル効果>

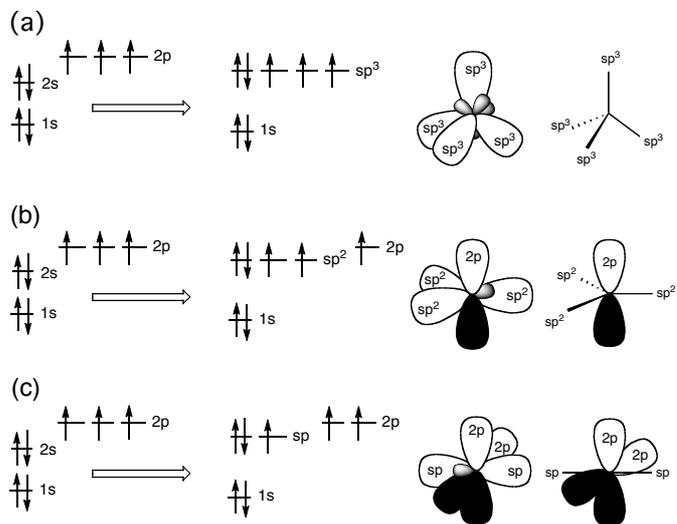
PN 接合の半導体は、その接合面で大きな抵抗を持つが、トンネル効果によって電流が流れる。これは日本の江崎玲於奈（1973 年ノーベル物理学賞）が見つけたトンネル効果と呼ばれる。

(2)

水素の原子核は $+e$ ($-e$ は電子 1 個の電荷) の電荷を持ち、ヘリウムの原子核は $+2e$ の電荷を持つ。電子は、当然より正電荷の大きいヘリウム原子核の方が強く引きつけられるので、ヘリウムの $1s$ 軌道の電子の方がエネルギーは低い（負のポテンシャルを持つ）。

(3)

窒素原子での (a) sp^3 , (b) sp^2 , (c) sp 混成軌道の形成

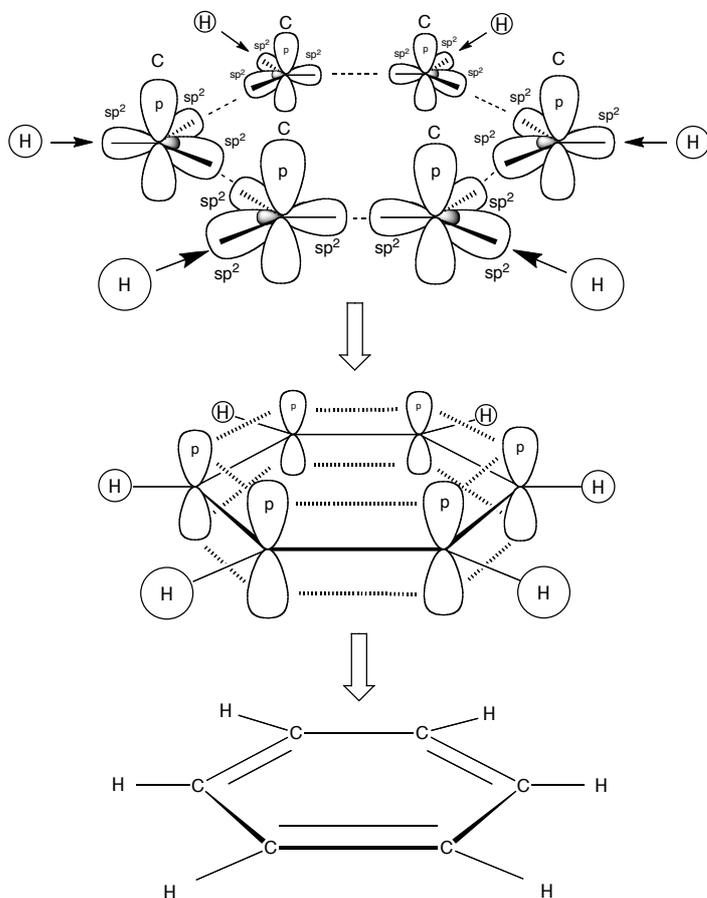


(4)

$H_3C^aC^b \equiv N$ において、 C^a は sp^3 、 C^b は sp 、 N は sp 。

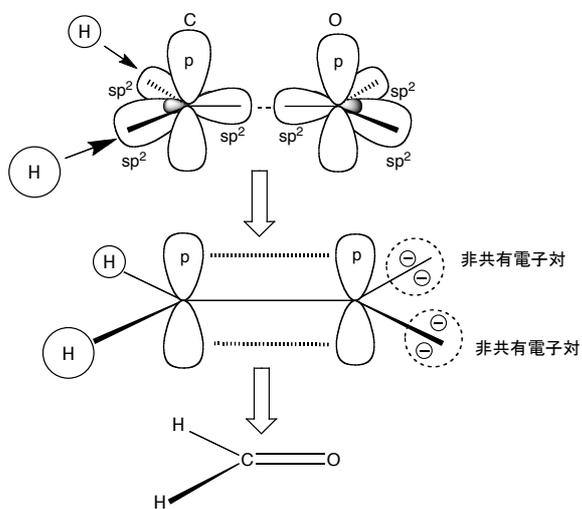
(5)

原子価結合法によるベンゼンの組み立て



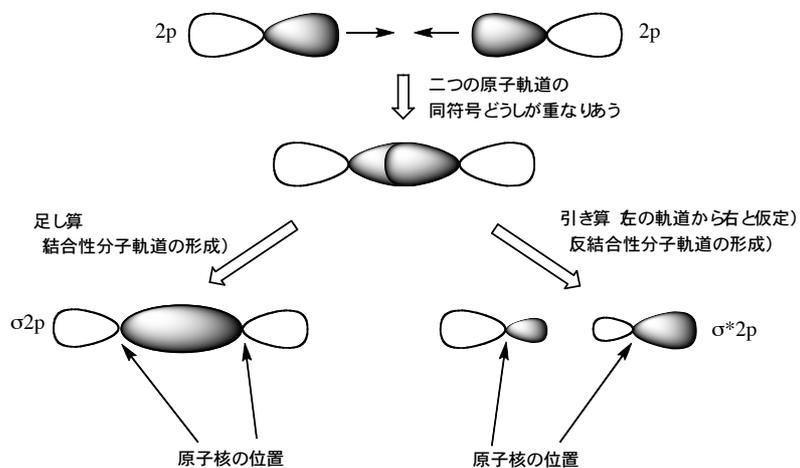
(6)

原子価結合法によるホルムアルデヒドの組み立て



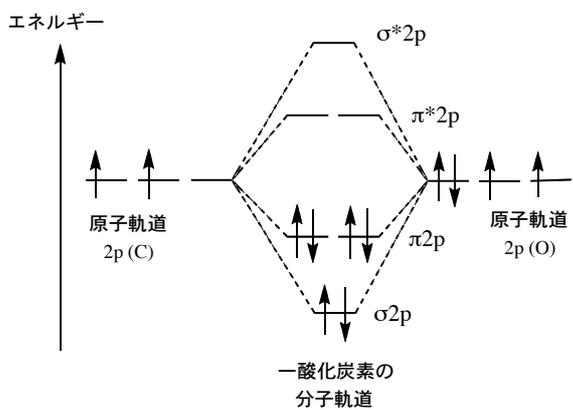
(7)

2つの 2p 軌道から σ_{2p} と σ^*_{2p} との形成



(8)

一酸化炭素の分子軌道のエネルギー図
(1s軌道と2s軌道からの分子軌道は形成されない)



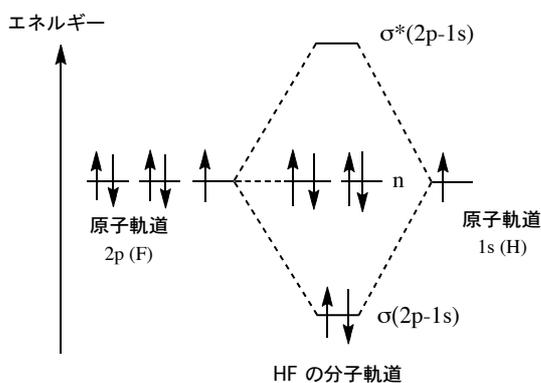
一酸化炭素においては、結合性分子軌道に電子が全て対をなして存在しており、反結合性分子軌道には電子は存在していない。これが一酸化炭素が安定な分子として存在できる理由である。

(9)

上記 (8) 図より、 $(6-0)/2 = 3$ である。(*18 を参照)

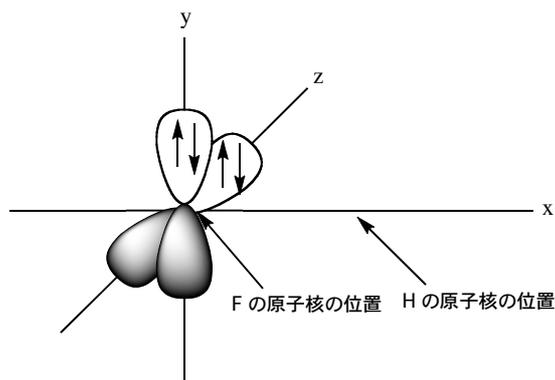
(10-1)

HF の分子軌道のエネルギー図
 仮定 1 : 2p(F) と 1s(H) が同じエネルギー順位
 仮定 2 : 直交座標の x 軸上の正の領域に H がある



上述の仮定を基に HF の分子軌道を考察すると、F の 2px と H の 1s 軌道が分子軌道を形成し 作り方は問題 7 の解答を参照)、結合性分子軌道である $\sigma(2p-1s)$ と反結合性分子軌道である $\sigma^*(2p-1s)$ が生じる。残った 2py と 2pz は、分子軌道の形成には参加せず、F の原子軌道と同じエネルギーに存在する。このように分子軌道の形成に参加しなかった軌道を非結合性分子軌道 (non-Bonding Molecular Orbital) といい、n の記号で表す。したがって、HF の分子軌道は σ の結合性分子軌道に電子が対をなして入っており 直行した二つの非結合性分子軌道それぞれに電子が対をなして入っている状態となる。このような n 軌道にある電子対は非共有電子対となりうる。

(10-2)



問題 (10-1) の解答より 非共有電子対は F の 2py と 2pz の軌道に残ることになる。よって上図のようになる。

(10-3) 非結合性分子軌道にある電子は考慮しないので、 $(2-0)/2 = 1$ 。