

2001年 化学 A 試験問題 2001/7/26 実施

リュードベリ定数 $R = 13.6\text{eV}$, プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, 電子の質量 $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 電子の電荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ として、以下の問いに答えなさい。

問1 . 原子番号 Z の水素様原子のエネルギーは $E_n = -R \times \frac{Z^2}{n^2}$ である。

- (1) A の第2イオン化エネルギーとは A^+ を A^{2+} にするのに要するエネルギーのことである。He の第2イオン化エネルギーを eV 単位で求め、それより (第1)イオン化エネルギー -24.6eV のほうが小さい理由を簡単に説明しなさい。
- (2) Li と Be を比べると、イオン化エネルギーが小さいのはどちらか。また第2イオン化エネルギーについてはどちらが小さいか。
- (3) H を $1s$ 状態から $n = 2$ の状態に励起するのに必要な光の波長を nm 単位で求めなさい。

原子軌道関数 $\varphi(\vec{r})$ に含まれる電子の位置ベクトルを原子核の位置について反転させ

たとき、 $\varphi(-\vec{r}) = \varphi(\vec{r})$ の場合を g(gerade)、 $\varphi(-\vec{r}) = -\varphi(\vec{r})$ の場合を u(ungerade) と呼ぶ。s 軌道と p 軌道はそれぞれ g , u のどちらか。また、光励起は、g u , u g の場合しか起こらないことが知られている。光励起された $n = 2$ の状態は、 $2s$ と $2p$ のどちらか。

問2 . 次の表は N_2 , O_2 , CO , および NO のデータである。

分子	原子間結合距離()	双極子モーメント(D)	イオン化エネルギー(eV)	磁性
()	1.10	0.00	15.6	反磁性
()	1.13	0.10	14.0	反磁性
()	1.15	0.16	9.3	常磁性
()	1.21	0.00	12.1	常磁性

- (1) 分子() , () , () , () がそれぞれ何か答えなさい。
- (2) 分子() が常磁性を示す理由を述べなさい。
- (3) He_2 などの希ガス分子は、中性状態では安定な化学結合を作らないが、正イオンでは安定に存在する。これらの理由を結合次数を用いて説明しなさい。

問3 . 代表的有機分子である、エタン、エチレン、アセチレン、ベンゼンを考える。以下の(A)から(G)に最適な語句を入れ、文章を完成しなさい。

エタンの炭素の混成軌道は(A)であり、その p 性は(B)%である。p 性の高い混成軌道ほど細長い形をし、その電子分布は炭素原子から(C)ため、弱い 軌道を作る。このため、CH 結合距離が一番短い分子は(D)である。エチレン、アセチレン、ベンゼンの(E)軌道は、各炭素原子の(F)軌道から作られ、HOMO となる。一方、他の結合性 軌道は、s 性を含む混成軌道からなるため、より安定である。この HOMO のエネルギーは、炭素間結合距離と強く相関し、不飽和化合物の中で最も炭素間距離が長い(G)のものが一番不安定であり、そのイオン化エネルギーが一番小さい。