

平成29年度 総合化学院修士課程
入学試験問題

総合基礎科目（総合基礎化学）

（専門基礎科目も解答しなさい）

平成28年8月9日（火） 9:30～12:00

（専門基礎科目の試験時間を含む）

注意事項

- (1) 全設問に解答しなさい。
- (2) 配点は100点である。
- (3) 解答は設問毎に所定の答案用紙に記入しなさい。
- (4) 答案用紙の所定の欄に受験番号を必ず記入しなさい。
- (5) 草案紙は2枚ある。
- (6) 問題紙、草案紙は提出する必要はない。

総合化学院 総合化学専攻

試験科目	総合基礎化学 (1 / 4)
------	----------------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること(答案用紙4枚)。

設問1 以下の問(1)～(5)に答えなさい。

距離 R だけ離れた二つの電荷 $+q$ と $-q$ は電気双極子を形成する。その双極子の大きさ(双極子モーメント μ) は $\mu = qR$ で与えられ、非SI単位であるデバイ D ($1\text{ D} = 3.336 \times 10^{-30}\text{ C m}$) で表される。たとえば、 100 pm 離れた一対の素電荷 $+e$ と $-e$ の双極子モーメントは $(1.602 \times 10^{-19}\text{ C}) \times (100 \times 10^{-12}\text{ m}) = 1.602 \times 10^{-29}\text{ C m} = 4.80\text{ D}$ である。

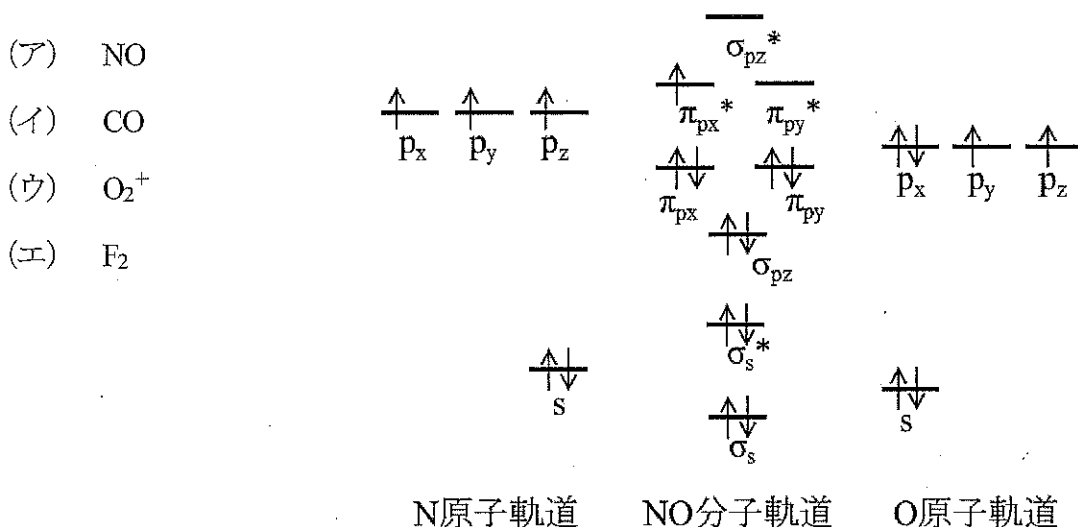
- (1) H-Cl の原子間距離は 127 pm である。H⁺ と Cl⁻ に電荷が完全に分離している(イオン性 100%) として、双極子モーメント(D)の値を有効数字3桁で求めなさい。
- (2) HCl の双極子モーメントの実測値は 1.08 D である。問(1)で計算した値をもとに H 原子、Cl 原子上の部分電荷の値をそれぞれ計算し、符号を含めて有効数字2桁で記述しなさい。
- (3) HF の双極子モーメントは 1.91 D で、イオン性は 44.1% である。H と F の原子間距離を有効数字3桁で求めなさい。
- (4) HBr, HI の双極子モーメントはそれぞれ $0.80, 0.42\text{ D}$ である。H-X (X = F, Cl, Br, I) の双極子モーメントは H 原子と F, Cl, Br, I 原子間のある指標の差にはほぼ比例する。この指標とは何か答えなさい。
- (5) HF の沸点は $19.5\text{ }^\circ\text{C}$ で、HCl の $-84.9\text{ }^\circ\text{C}$ 、HBr の $-66.7\text{ }^\circ\text{C}$ に比べ、異常に高い。この原因を50字程度で答えなさい。

試験科目	総合基礎化学 (2/4)
------	--------------

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること(答案用紙4枚)。

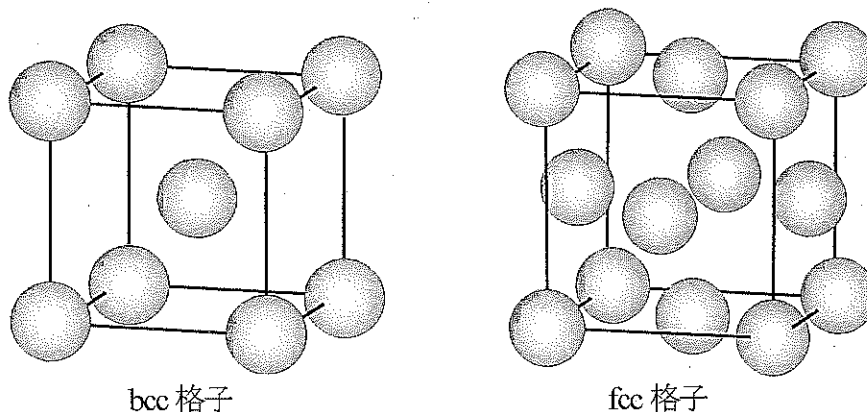
設問2 以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) 次の分子の結合次数を答えなさい。参考として、NO分子のエネルギー準位図を示す。



(2) 室温で安定な α-Fe は bcc格子で格子定数は0.287 nmであり、900 °C近傍で fcc格子の γ-Feに相転移し1000 °Cでは格子定数が0.365 nmになる。次の問(ア) ~ (ウ)について答えなさい。下図に bcc格子と fcc格子の単位格子を示す。

- (ア) bcc格子とfcc格子中のFe原子の配位数を解答欄に記入しなさい。
- (イ) 室温と1000 °Cにおける密度を求めなさい。ただしFeの原子量を55.8, アボガドロ定数を6.02×10²³ mol⁻¹とする。
- (ウ) 室温と1000 °CにおけるFeの原子半径を求めなさい。



総合化学院 総合化学専攻

試験科目	総合基礎化学 (3/4)
------	--------------

(注)全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること(答案用紙4枚)。

設問3 以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) 以下の問(ア) ~ (ウ)に答えなさい。また、導出過程も書きなさい。

(ア) 市販の濃硫酸(98.0 wt%, 密度 1.84 g cm^{-3}) のモル濃度を求めなさい。ただし、硫酸の分子量は 98.1 とする。

(イ) $0.010 \text{ mol dm}^{-3}$ の塩酸中の水酸化物イオンの濃度を求めなさい。ただし、気圧は 1 atm , 温度は 298 K とする。

(ウ) $0.010 \text{ mol dm}^{-3}$ の硫酸ナトリウム水溶液のイオン強度を求めなさい。

(2) 0.10 mol dm^{-3} の酢酸 20 cm^3 を 0.10 mol dm^{-3} の水酸化ナトリウム標準溶液で滴定した。以下の(ア) ~ (エ) のとき、試料溶液の pH はいくらになるか答えなさい。ただし、酢酸の $\text{p}K_a$ は 4.8 とする。

(ア) 0.10 mol dm^{-3} の酢酸

(イ) 0.10 mol dm^{-3} の水酸化ナトリウム標準溶液を 2.0 cm^3 滴下したとき

(ウ) 0.10 mol dm^{-3} の水酸化ナトリウム標準溶液を 20 cm^3 滴下したとき

(エ) 0.10 mol dm^{-3} の水酸化ナトリウム標準溶液を 22 cm^3 滴下したとき

総合化学院 総合化学専攻

試験科目

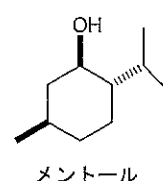
総合基礎化学 (4 / 4)

(注) 全設問に解答すること。解答は設問毎に別の答案用紙に記入すること(答案用紙4枚)。

設問4 以下の問(1), (2)に答えなさい。

(1) 次の文章を読み, 以下の問(ア)~(ウ)に答えなさい。

メントールは, ハッカ油に含まれる天然香料の主成分であり, その立体異性体は, メントールを含めて全部で[(A)]種類存在する。これらの異性体はすべて, シクロヘキサン骨格が[(B)]形となる2つの配座の平衡混合物として存在している。2つの配座は環反転によって相互変換可能であり, 配座の優先性は一般に, [(C)]相互作用による立体ひずみの程度で判断することができる。メントールの優先配座には, [(C)]相互作用による立体ひずみは存在しない。



- (ア) [(A)]にあてはまる数字を答えなさい。
 (イ) [(B)], [(C)]にあてはまる語句をそれぞれ答えなさい。
 (ウ) 解答欄にある, メントールの優先配座の Newman 投影式を完成させなさい。

(2) 右に示す(a)~(f)のうち, 3つの反応式でその生成物の構造に誤りがある。

それはどれかを記号で答え, 正しい生成物の構造式を書きなさい。

