

平成15年度大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
修士課程入学試験問題（一般教育科目）

化 学

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはならない。
2. 解答には、必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用すること。
3. 問題は全部で3問ある。3問のすべてに解答せよ。
4. 答案用紙は、各問につき1枚、合計3枚であるから、確実に配布されていることを確かめること。
5. 各答案用紙の所定欄に、科目名・問題番号・受験番号及び氏名を必ず記入すること。
6. 解答は、各問ごとに所定の答案用紙を使用すること。
7. 答案用紙は点線より切り取られるから、裏面も使用する場合には、点線の上部を使用しないこと。
8. 答案用紙には、解答に関係ない文字、記号、符号などを記入してはならない。
9. 解答できない場合でも、答案用紙に科目名・問題番号・受験番号及び氏名を記入して提出すること。
10. 答案用紙を草稿用紙に絶対使用しないこと（草稿用紙は問題より後のページにある。）

化学

【第1問】

固体表面への分子の吸着について以下の問いに答えよ。

- (1) 吸着には、物理吸着と化学吸着がある。両者の違いについて説明せよ(100字以内)。
- (2) 気相中の分子が固体表面に吸着しそれが平衡にある(吸着平衡)。吸着は固体表面上の特定な場所(吸着点)で起こり、各吸着点には1分子が吸着するとする。吸着点のうちで分子が吸着している割合を α とすると、表面からの分子の蒸発速度は

$$J_{\text{evp}} = k_1 \alpha$$

と書ける。ここで k_1 は蒸発の速度定数である。

これに対して、凝縮の速度を気体の平衡圧力 P 、凝縮速度定数 k_2 および α で表すと以下のようなになる。

$$J_{\text{cond}} = k_2 P (\quad)$$

上の()の中に α の適当な式を入れよ。理由も付すこと。

- (3) 吸着平衡にあるときの α を P の関数として表せ。
- (4) 図1は酸素と一酸化炭素について、0℃においてシリカ1gに吸着される気体の量の逆数をそのときの平衡圧力の逆数に対してプロットしたものである。ここで吸着量はその気体の標準状態における体積で表している。図の結果を用いて、これら2種の気体についての k_1/k_2 を求めよ。

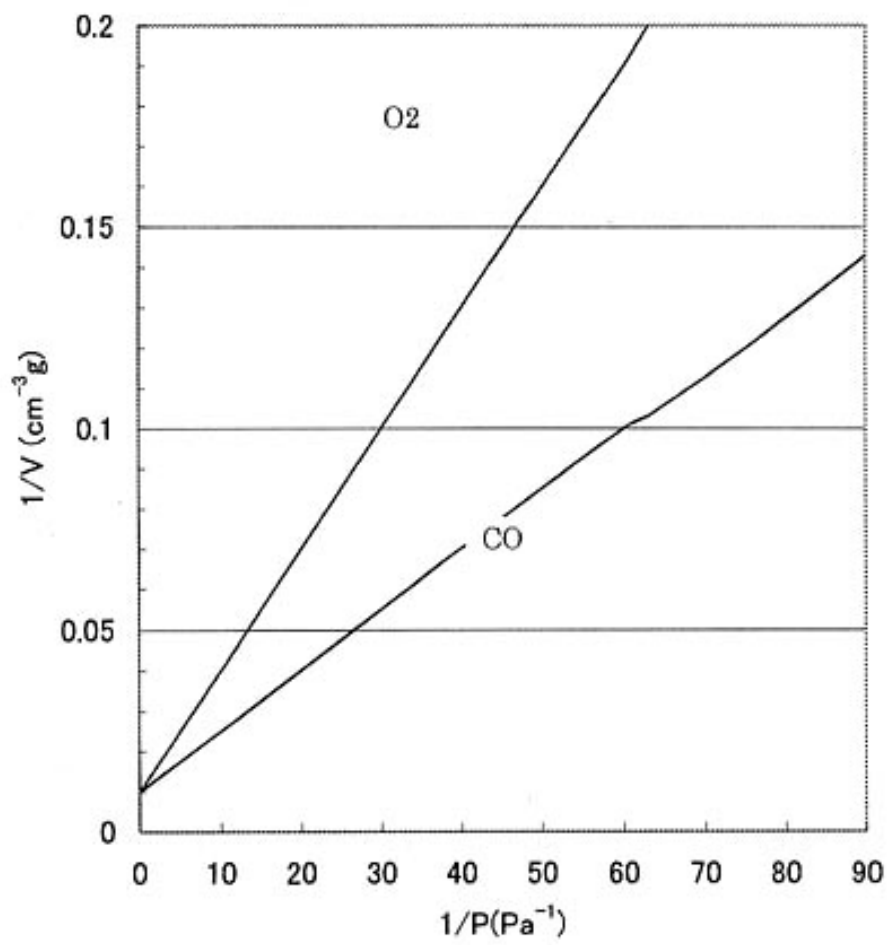


图 1

化学

【第2問】

トリウム 230 は、 α 粒子を放出してラジウム 226 に壊変する。その半減期 ($t_{1/2}$) は 8.0×10^4 年である。トリウム 230 を含む試料 100 g がある。試料中にラジウム 226 は 2.20×10^{-5} g 含まれており、トリウム 230 から崩壊して生じるラジウム 226 は 1 日に 2.61×10^{-11} g であることがわかっている。これについて以下の問いに答えよ。

- (1) 試料中のトリウム 230 の質量を N (g) としたとき、 N の時間変化は次式で表される。

$$-dN/dt = k_1 N \quad (1)$$

k_1 を day^{-1} で表せ。ただし $\ln 2 = 0.693$ とする。

- (2) 上述の問題文から (1) 式中の左辺 $-dN/dt$ はいくらと見積もられるか。ただし単位は g day^{-1} とする。
- (3) 試料中のトリウム 230 の質量 (g) を求めよ。
- (4) 試料中のトリウム 230 とラジウム 226 が放射平衡にあるとする。このとき試料中にあるこれら 2 つの核種の質量 (g) 比と半減期 (年) の比とはどのような関係にあるか。
- (5) ラジウム 226 の半減期 (年) を求めよ。

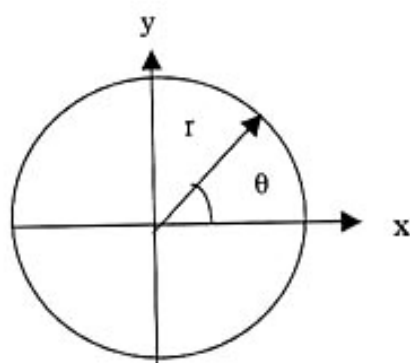
化学

【第3問】

半径 r の円周上を運動する粒子に対するシュレーディンガー方程式は以下のようになる。

$$-\frac{h^2}{8\pi^2mr^2} \frac{d^2 \Phi}{d^2 \theta} = E \Phi$$

ここ h はプランク定数、 m は粒子の質量である、 E はエネルギーである。



これについて以下の問いに答えよ。

- (1) 上の式の解 Φ を $\Phi = A \exp(i\alpha\theta)$ とおいたとき、 α についてどのような値が許されるか。理由を付して答えよ。
- (2) 解を以下の式に従って規格化したとき、 A はいくらになるか。

$$\int_0^{2\pi} \Phi^* \Phi d\theta = 1$$

- (3) 許される α について、 E を r 、 m 、 α 、 h で表せ。
- (4) ベンゼン分子は、ベンゼン環を自由に動くことができる6個の電子を持つと近似される。ベンゼン環を半径 r の円と仮定して、これら6個の電子がどのようなエネルギー準位を占有するか(電子配置)を示せ。