

東海大学

選択科目

(医学部)

— 2月2日 —

物理 }
化学 }
生物 }

この中から1科目を選択して解答しなさい。

科目	問題のページ
物理	1～6
化学	7～16
生物	18～31

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

解答に必要があれば、次の値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1, Cl = 35.5, Ca = 40.1, Pb = 207

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$, アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{3.6} = 1.90$, $\sqrt{33} = 5.74$, $\pi = 3.14$

1 放射性元素 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ の性質および金原子の構造に関する以下の各問いに答えなさい。

問1 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ から生じる放射線粒子は正の電荷を帯び、物質を透過する力が小さい。この放射線は何か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. α 線 B. β 線 C. γ 線 D. 中性子線

問2 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ が、放射線粒子1個を放出して壊変することにより生じる元素と、周期表の同じ族に属する元素はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. セシウム B. カルシウム C. 硫黄 D. ヨウ素 E. キセノン

問3 放射性元素の壊変速度 v [mol/s] は、放射性元素の物質量 N [mol] に比例し、速度定数を k [1/s] とすると以下の式で表される。

$$v = kN$$

速度定数と半減期 τ [s] の間には以下の関係がある。

$$\tau = \frac{0.693}{k}$$

${}^{226}_{88}\text{Ra}$ の半減期は1600年である。0.226 mg の ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ が1秒間で壊変する回数は何回か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、1600年を 5.05×10^{10} 秒としてよい。

- A. 8×10^5 回 B. 1×10^6 回 C. 8×10^6 回 D. 1×10^7 回 E. 8×10^7 回

問4 金原子の構造を調べるため、図1(左)のように xy 平面に沿って薄い金箔を置いた。金箔は図1(右)のように金原子の層 L が1000枚積み重なっている。この金箔に対し、 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ から放射される放射線を z 軸に沿って一方向に当て、粒子の向きの変化を調べた。その結果、ほとんどの粒子は進行方向を変えずに金箔を通過したが、100万個の粒子の内3個が金箔を通過するときに原子核と衝突し、大きく向きが変わった。原子核を図1(右)の z 軸に沿ってみると、互いに重なっていない。放射線粒子の大きさは原子核に比べて十分に小さいとして、次の(1)と(2)に答えなさい。

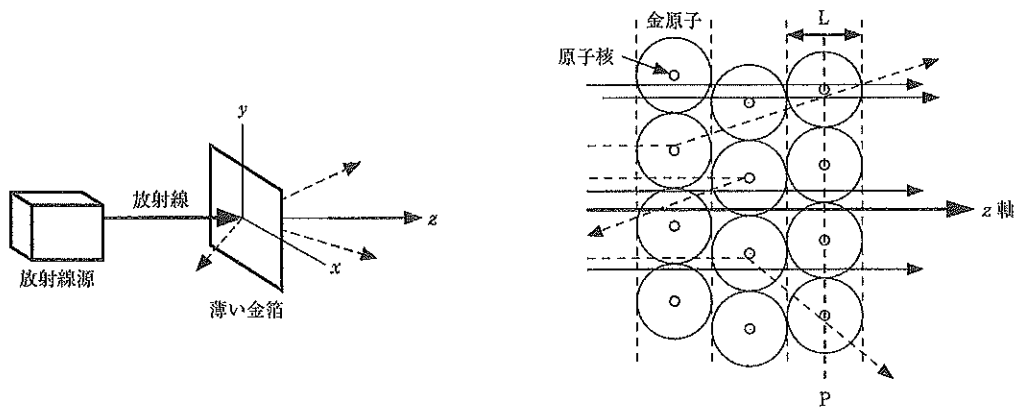


図1 放射線の散乱実験装置(左)と金箔断面の拡大図(右)。右図中の点線の矢印は散乱した放射線粒子の軌跡、 L は一層分の金原子層、 P は原子核の中心を通り xy 平面に平行な平面を表す。

(1) 金原子の層 L は、図2のように球形の原子が xy 平面に隙間なく敷き詰められている。原子と原子核の半径をそれぞれ a [m]、 b [m] とすると、図1(右)の xy 平面に平行で原子核の中心を通る平面 P に占める原子核の断面積の割合を表した式はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

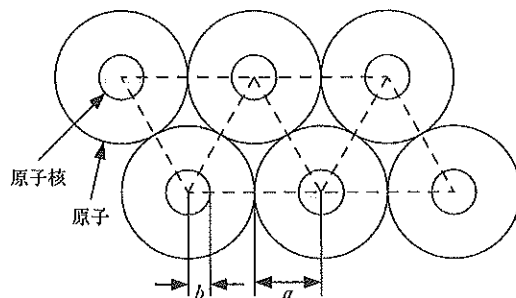


図2 xy 平面上の金原子の配列。原子核は、実際よりも大きく見えるように強調してある。

A. $\frac{\pi a^2}{2\sqrt{3}b^2}$ B. $\frac{\pi a^2}{\sqrt{3}b^2}$ C. $\frac{\pi b^2}{\sqrt{3}a^2}$ D. $\frac{2\pi b^2}{3a^2}$ E. $\frac{\pi b^2}{2\sqrt{3}a^2}$

(2) 金の原子半径は 1.4×10^{-10} m である。金の原子核の半径は何 m か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

A. 1×10^{-15} m B. 4×10^{-15} m C. 8×10^{-15} m
D. 1×10^{-14} m E. 3×10^{-14} m

2 銀イオンはいくつかの陰イオンと、水に難溶性の化合物をつくる。水に難溶性の銀の化合物の溶解度積 K_{sp} を表1に示す。

表1 銀の化合物の溶解度積 (25℃)

銀の化合物	K_{sp}
塩化銀 AgCl	$1.8 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
ヨウ化銀 AgI	$2.1 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
クロム酸銀 Ag_2CrO_4	$3.6 \times 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$

以下の各問いに答えなさい。ただし、温度は25℃で一定とする。

問1 水に塩化銀を入れてよくかきまぜたところ、塩化銀の白色沈殿が溶け残り、溶解平衡に達した。ここへヨウ化カリウムの飽和水溶液を加えていく際にみられる変化を記述したものはどれか。表1の値から判断して、次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 白色沈殿の量が増える。
- B. 白色沈殿の量が減る。
- C. 白色沈殿の量が増えるとともに、黄色沈殿が新たに生成する。
- D. 白色沈殿の量は変化せず、黄色沈殿が新たに生成する。
- E. 白色沈殿の量が減り、黄色沈殿が新たに生成する。
- F. 変化はおこらない。

問2 体積1.0Lの水に $1.8 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の塩化物イオンと、 $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ のクロム酸イオンが溶けている。ここへ硝酸銀の固体を少しずつ加えていったところ、沈殿(ア)が生成した。さらに硝酸銀の固体を加えていくと、沈殿(イ)が生成した。沈殿(ア)には陰イオン(ウ)が含まれていた。次の(1)～(3)に答えなさい。ただし、加えた硝酸銀の固体はすべて水に溶け、水溶液の体積変化は無視できるとする。

(1) クロム酸銀が沈殿し始めるときの銀イオン濃度は何 mol/L か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| A. $1.9 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ | B. $3.8 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ | C. $7.6 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ |
| D. $1.9 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ | E. $3.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ | F. $7.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ |
| G. $1.9 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ | H. $3.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ | I. $7.6 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ |

(2) 沈殿(ア)の化学式を、解答欄に書きなさい。

(3) 沈殿 (イ) が生成し始めたとき、沈殿しきれずに水溶液中に残っている陰イオン (ウ) は何 mol か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 9.5×10^{-7} mol B. 9.5×10^{-6} mol C. 9.5×10^{-5} mol
D. 9.5×10^{-4} mol E. 9.5×10^{-3} mol

3

硫酸を工業的に製造するには、まず硫黄を燃焼して二酸化硫黄を発生させ、次に (X) を触媒に用いて、三酸化硫黄を空気中の酸素で酸化し三酸化硫黄をつくる。得られた三酸化硫黄の気体を直接水に作用させると硫酸が得られるが、この反応は激しいので、いったん濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、最後にこれを希硫酸で薄めて濃硫酸にする。このような硫酸の工業的製法を (Y) という。以下の各問いに答えなさい。

問1 空欄 (X) に当てはまる物質は何か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 酸化チタン (IV) B. 酸化バナジウム (V) C. 四酸化三鉄
D. ロジウム E. 白金

問2 表2の生成熱と表3の水への溶解熱の値を用いて、次の(1)~(3)に答えなさい。ただし、表3は多量の水に溶かした場合の値を示してある。

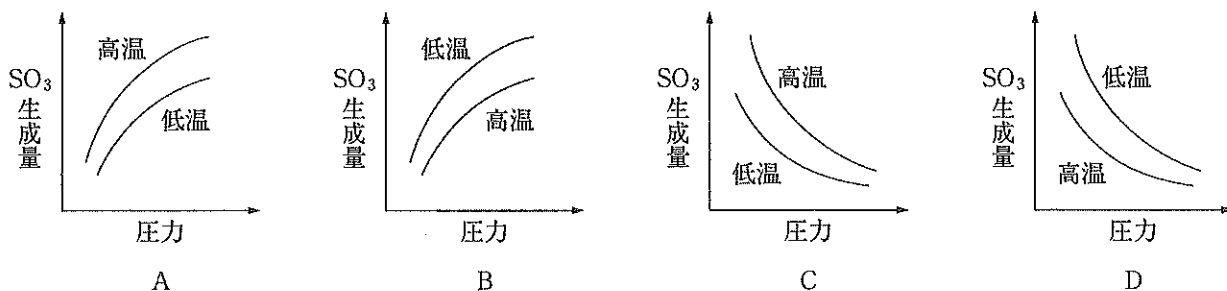
表2 生成熱 [kJ/mol]

物質	生成熱
SO ₂ (気)	297
SO ₃ (気)	396
H ₂ O (液)	286
H ₂ SO ₄ (液)	814
Al ₂ (SO ₄) ₃ (固)	3440

表3 水への溶解熱 [kJ/mol]

物質	溶解熱
H ₂ SO ₄ (液)	95
Al ₂ (SO ₄) ₃ (固)	351

- (1) 下線部(a)の気体反応は可逆反応である。この反応が平衡状態にあるとき、三酸化硫黄の生成量と温度・圧力との関係を表したグラフはどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。



- (2) 下線部(b)で得た硫酸を多量の水に溶解して希硫酸をつくった。標準状態で1.00 Lの三酸化硫黄をすべて希硫酸にしたときに発生あるいは吸収された熱量は何 kJ か。次の中から最も近いものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

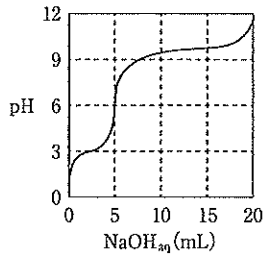
- A. 2 kJ の発熱 B. 10 kJ の発熱 C. 18 kJ の発熱
 D. 2 kJ の吸熱 E. 10 kJ の吸熱 F. 18 kJ の吸熱

- (3) 希硫酸にアルミニウムの小片を浸し、溶液中の硫酸をすべて反応させて硫酸アルミニウム水溶液を得た。アルミニウム 1 mol について表したこの反応の熱化学方程式を、解答欄に書きなさい。

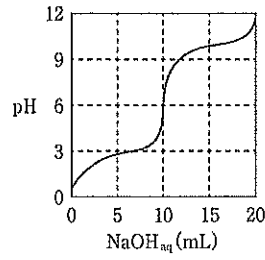
問3 空欄 (Y) に当てはまる製法は何か。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. オストワルト法 B. クメン法 C. 接触法 D. ソルベー法
 E. ハーバー・ボッシュ法

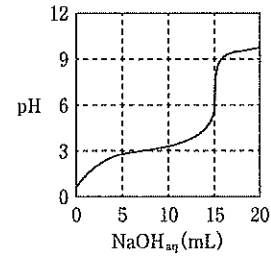
問4 ジペプチド(i)のペプチド結合bを加水分解すると、不斉炭素をもつアミノ酸(ウ)と不斉炭素をもたないアミノ酸(エ)となる。濃度0.10 mol/Lのアミノ酸(エ)の塩酸塩の水溶液10 mLを0.10 mol/L水酸化ナトリウム水溶液で滴定するときの滴定曲線はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。



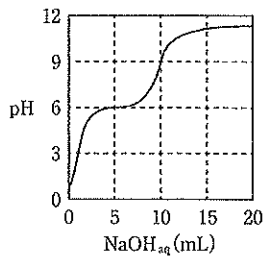
A



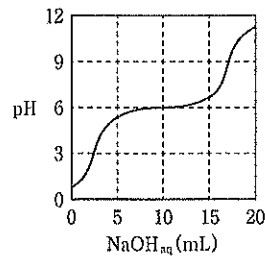
B



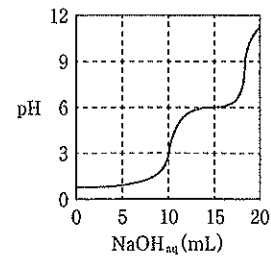
C



D



E



F

5

塩化アンモニウム、酢酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、硫酸ナトリウム、硝酸カルシウムをそれぞれ 5.0 g はかりとり、100 g の水に溶かしてつくった試料(ア)～(オ)までの 5 種類の水溶液を用いて、次の実験を行った。

実験[1] 各試料に塩化バリウム水溶液を加えると、試料(イ)と試料(エ)のみから沈殿が生じた。生じた沈殿をろ別し、塩酸に入れると、試料(イ)から生じた沈殿が溶けて気体が発生した。

実験[2] 各試料を赤色リトマス紙につけると、試料(イ)と試料(ウ)のみ青色に変色した。

実験[3] 各試料を混合すると、試料(ア)と試料(イ)、および試料(ア)と試料(エ)を混合したときに沈殿が生じた。

実験[4] 試料(オ)に硝酸銀水溶液を加えると沈殿が生じた。

以下の各問いに答えなさい。必要があれば、次の値を用いなさい。水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、酢酸の電離定数 $K_a = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、アンモニアの電離定数 $K_b = 2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$

問1 下線部の反応の化学反応式を、解答欄に書きなさい。

問2 試料(ア)～(オ)のうち、水酸化ナトリウム水溶液を加えて沈殿を生じるものはどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 試料(ア) B. 試料(イ) C. 試料(ウ) D. 試料(エ) E. 試料(オ)

問3 実験[4]で生じた沈殿は、アンモニア水を加えると溶ける。このとき生じる錯イオンの化学式を、解答欄に書きなさい。

問4 試料(ア)～(オ)のうち、最も沸点の高い水溶液はどれか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、電解質はすべて電離するものとする。

- A. 試料(ア) B. 試料(イ) C. 試料(ウ) D. 試料(エ) E. 試料(オ)

問5 試料(オ)を水で薄めて 0.050 mol/L とした水溶液の pH はいくらか。次の中から最も適切なものを一つ選んで、解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 4.7 B. 5.3 C. 5.7 D. 6.3 E. 6.7 F. 7.0

6

以下の各問いに答えなさい。

問1 希硫酸(質量パーセント濃度 33.5 %, 密度 1.25 g/cm^3) を 1.00 L はかり取り, 鉛と酸化鉛(IV) を浸して作成した鉛蓄電池を, 電流 2.00 A で 5 時間かけて放電した。放電後の鉛蓄電池の希硫酸の質量パーセント濃度は何%になったか。次の中から最も近いものを一つ選んで, 解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 27 % B. 29 % C. 31 % D. 35 % E. 37 %

問2 アルカンの沸点は一般に分子表面積の増加によって次第に高くなる。ペンタンの構造異性体のうち, 沸点が2番目に高いと予想される化合物を(ア)とする。化合物(ア)の1つの水素原子を塩素原子で置換した化合物にはいくつの構造異性体が考えられるか。次の中から最も適切なものを一つ選んで, 解答欄の記号にマークしなさい。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4 E. 5 F. 6