

2015年度 一般3月入学試験

理 科 [化学]

[注 意 事 項]

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子の中を見てはいけません。
2. 問題冊子は14ページです。監督者の指示に従って確認しなさい。
3. 解答用紙はマーク・シート1枚です。
4. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. マークは、マーク・シートに記載してある「記入上の注意」をよく読んだうえで、正しくマークしなさい。
6. 受験番号及び氏名は、マーク・シートの所定欄に正確に記入し、また受験番号欄の番号を正しくマークしなさい。
7. 監督者の指示があってから、マーク・シートの左上部にある「科目欄」に受験する科目名を記入しなさい。
8. 問題冊子の中にある余白部分を下書きとして利用してもかまわない。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化 学

(60分 100点)

必要ならば，原子量，数値は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 N 14 O 16

S 32 Cl 35.5 Ca 40 Ba 137

標準状態で気体 1 mol が占める体積=22.4 L

I 次の〔問1〕，〔問2〕に答えなさい。(17点)

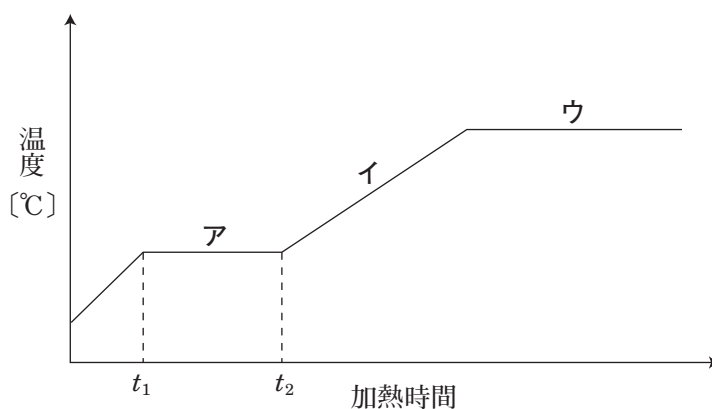
〔問1〕 次の(1)~(4)の問いの答として最も適切なものを，それぞれの解答群の中から1つ選び，マークしなさい。

(1) 次の物質の組合せのうち，同素体の関係にあるものはどれか。

1

- ① 斜方硫黄—ゴム状硫黄 ② 酸化銅(I)—酸化銅(II)
③ 亜鉛—鉛 ④ 銅(I)イオン—銅(II)イオン
⑤ 一酸化炭素—二酸化炭素

- (2) 次図はある固体を加熱したときの、温度変化を表している。液体が存在する区間を選んだものはどれか。



- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

- (3) 放射性同位体が壊変し、その数が半分に減少するまでの時間を半減期という。ある放射性同位体の半減期を T (年) としたとき、同位体の数が元の $\frac{1}{8}$ になるまでの時間はどのように表されるか。 年

- ① $\frac{T}{8}$ ② $\frac{T}{4}$ ③ $\frac{T}{3}$ ④ $3T$ ⑤ $4T$ ⑥ $8T$

- (4) He, Cl, Ar をイオン化エネルギーの大きい順に並べたものはどれか。

- ① He > Cl > Ar ② He > Ar > Cl ③ Cl > He > Ar
 ④ Cl > Ar > He ⑤ Ar > He > Cl ⑥ Ar > Cl > He

〔問2〕 次の(1)~(3)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) 二酸化炭素分子およびアンモニウムイオンの形を表した組合せはどれか。

5

	二酸化炭素	アンモニウムイオン
①	直線形	三角錐形
②	直線形	正四面体形
③	直線形	正八面体形
④	折れ線形	三角錐形
⑤	折れ線形	正四面体形
⑥	折れ線形	正八面体形

(2) 標準状態で、二酸化炭素、窒素、メタンを密度の大きい順に並べたものはどれか。

6

- ① 二酸化炭素 > 窒素 > メタン ② 二酸化炭素 > メタン > 窒素
 ③ 窒素 > 二酸化炭素 > メタン ④ 窒素 > メタン > 二酸化炭素
 ⑤ メタン > 窒素 > 二酸化炭素 ⑥ メタン > 二酸化炭素 > 窒素

(3) 次の化学反応式中の()は係数を表している。(X)に当てはまる係数はどれか。ただし、係数は最も簡単な整数比で表すものとする。

7



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

II 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(23点)

〔問1〕 食酢に含まれる酢酸の濃度を求めるため、次の操作を行った。ただし、食酢中の酸は酢酸のみであるとする。

(操作1) 食酢 10 mL を (ア) を用いてはかりとり、(イ) に入れ、純水を加えて正確に 10 倍に薄め、100 mL の水溶液とした。

(操作2) 操作1で薄めた水溶液 10 mL を (ア) を用いてはかりとり、コニカルビーカーに入れた。フェノールフタレインを加えた後、ビュレットを用いて 0.12 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、5.5 mL で中和が終了した。

これについて、次の(1)~(4)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) (ア), (イ) に当てはまるガラス器具の組合せはどれか。 8

	ア	イ
①	駒込ピペット	メスフラスコ
②	駒込ピペット	丸底フラスコ
③	駒込ピペット	コニカルビーカー
④	ホールピペット	メスフラスコ
⑤	ホールピペット	丸底フラスコ
⑥	ホールピペット	コニカルビーカー

(2) 食酢に含まれる酢酸のモル濃度は何 mol/L か。 9 mol/L

① 0.022 ② 0.046 ③ 0.066 ④ 0.22 ⑤ 0.46 ⑥ 0.66

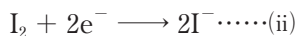
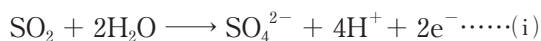
(3) 食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度は何 % か。ただし、食酢の密度は 1.0 g/cm^3 とする。 10 %

① 0.13 ② 0.28 ③ 0.40 ④ 1.3 ⑤ 2.8 ⑥ 4.0

(4) コニカルビーカーを純水でぬれたまま用いたとき、実験から求められる酢酸の濃度は、実際の濃度に比べどのようになるか。

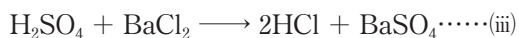
- ① 大きくなる ② 小さくなる ③ 変わらない

〔問2〕 ある火山ガスに含まれる SO_2 の体積を測定するため、火山ガス 10 L をヨウ素溶液 100 mL に吹き込み反応させた。このとき、 SO_2 と I_2 の変化は次のイオン反応式で表される。



SO_2 を構成する S 原子の酸化数は (ア), SO_4^{2-} を構成する S 原子の酸化数は (イ) なので, (i)式から, S 原子は (ウ) され, SO_2 は (エ) として働くことがわかる。

次に反応後の水溶液に塩化バリウム水溶液を十分に加えたところ, 次式で表される沈殿生成反応が起こり硫酸バリウムが 2.33 g 生成した。



(i), (ii)式から SO_2 と I_2 は物質質量比 (a) で反応する。また, (iii)式の関係を用いると, 反応した SO_2 と生成した BaSO_4 の物質質量比は (b) であることがわかる。これらの量的関係から火山ガス中に含まれる SO_2 の体積を求めることができる。

これについて, 次の (1)~(4) の問いの答として最も適切なものを, それぞれの解答群の中から 1 つ選び, マークしなさい。

(1) (ア), (イ) の酸化数として適当なものをそれぞれ選べ。

ア

12

 イ

13

① -6 ② -4 ③ -2 ④ 0 ⑤ +2 ⑥ +4 ⑦ +6

(2) (ウ), (エ) に当てはまる語の組合せはどれか。 14

	ウ	エ
①	酸化	酸化剤
②	酸化	還元剤
③	還元	酸化剤
④	還元	還元剤

(3) (a), (b) に当てはまる比として、適当な組合せはどれか。

15

	a	b
①	1 : 1	1 : 1
②	1 : 1	1 : 2
③	1 : 1	2 : 1
④	1 : 2	1 : 1
⑤	1 : 2	1 : 2
⑥	1 : 2	2 : 1
⑦	2 : 1	1 : 1
⑧	2 : 1	1 : 2
⑨	2 : 1	2 : 1

(4) 火山ガス 10 L 中に含まれる SO_2 は標準状態で何 mL か。 16 mL

- ① 56 ② 112 ③ 168 ④ 224 ⑤ 280

Ⅲ 次の (1)~(8) の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から 1 つ選び、マークしなさい。(25点)

(1) 次の表は、結合の種類と結合エネルギーを表している。これらの値を用いると、アンモニアの生成熱は何 kJ/mol か。 17 kJ/mol

結合の種類	結合エネルギー kJ/mol
H-H	432
N≡N	942
N-H	388

① -210 ② -90 ③ -45 ④ 45 ⑤ 90 ⑥ 210

(2) $A+B \rightleftharpoons C$ で表される反応において触媒を用いたとき、活性化エネルギーと生成物の物質量はどのように変化するか。適当な組合せを選べ。 18

	活性化エネルギー	生成物の量
①	大きくなる	増加する
②	大きくなる	減少する
③	大きくなる	変わらない
④	小さくなる	増加する
⑤	小さくなる	減少する
⑥	小さくなる	変わらない
⑦	変わらない	増加する
⑧	変わらない	減少する
⑨	変わらない	変わらない

(3) 次の気体のうち、理想気体に最も近いものはどれか。

19

- ① 1.0×10^2 Pa, 300 K の水素
- ② 1.0×10^2 Pa, 300 K のアンモニア
- ③ 1.0×10^2 Pa, 500 K の水素
- ④ 1.0×10^2 Pa, 500 K のアンモニア
- ⑤ 1.0×10^5 Pa, 300 K の水素
- ⑥ 1.0×10^5 Pa, 300 K のアンモニア
- ⑦ 1.0×10^5 Pa, 500 K の水素
- ⑧ 1.0×10^5 Pa, 500 K のアンモニア

(4) 気体に関する文中の () に当てはまる語の組合せはどれか。

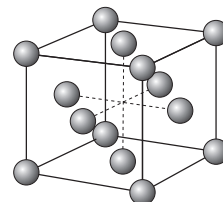
一定温度において、一定量の溶媒に溶ける気体の質量は、気体の圧力に (ア) する。この関係を説明したものが (イ) の法則である。

20

	ア	イ
①	比例	ボイル
②	比例	シャルル
③	比例	ヘンリー
④	反比例	ボイル
⑤	反比例	シャルル
⑥	反比例	ヘンリー

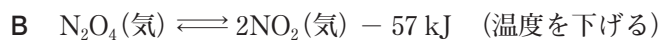
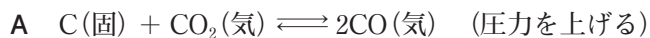
(5) 右図は金属の単位格子を表している。この単位格子の1辺の長さを a [cm]、単位格子の密度を d [g/cm³]、アボガドロ定数を N_A [/mol] とするとき、この金属の原子量はいくらか。

21



- ① $\frac{dN_A}{2a^3}$
- ② $\frac{a^3N_A}{2d}$
- ③ $\frac{a^3dN_A}{2}$
- ④ $\frac{dN_A}{4a^3}$
- ⑤ $\frac{a^3N_A}{4d}$
- ⑥ $\frac{a^3dN_A}{4}$

(6) 次の可逆反応について、() の条件を変化させたとき平衡はどちらへ移動するか。適当な組合せを選べ。 22



	A	B
①	右	右
②	右	左
③	右	移動しない
④	左	右
⑤	左	左
⑥	左	移動しない
⑦	移動しない	右
⑧	移動しない	左
⑨	移動しない	移動しない

(7) 水素とヨウ素を 2.0 mol ずつ内容積 2.0 L の容器に入れ温度を一定に保ったところ、ヨウ化水素が 3.2 mol 生成し平衡状態となった。この温度における平衡定数はいくらか。 23

- ① 16 ② 24 ③ 32 ④ 49 ⑤ 64

(8) 塩化カルシウム 11.1 g を水 500 g に溶かした水溶液と、ある非電解質 3.6 g を水 100 g に溶かした水溶液の沸点は同じであった。この非電解質の分子量はいくらか。 24

- ① 17 ② 60 ③ 180 ④ 254 ⑤ 342

IV 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(35点)

〔問1〕 次の(1)~(5)の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、マークしなさい。

(1) 次の化合物のうち、クロムを含む化合物はどれか。 25

- ① ミョウバン ② セッコウ ③ ステンレス
④ ブロンズ ⑤ シリカゲル

(2) 次の化合物のうち、水に最もよく溶けるものはどれか。 26

- ① フッ化銀 ② ヨウ化銀 ③ 硫酸鉛(Ⅱ)
④ 塩化鉛(Ⅱ) ⑤ 炭酸バリウム

(3) 塩素酸カリウムに酸化マンガン(Ⅳ)を加えて加熱すると気体が発生した。気体の種類と捕集法の組合せはどれか。 27

	気体	捕集法
①	酸素	水上置換
②	酸素	下方置換
③	酸素	上方置換
④	塩素	水上置換
⑤	塩素	下方置換
⑥	塩素	上方置換
⑦	オゾン	水上置換
⑧	オゾン	下方置換
⑨	オゾン	上方置換

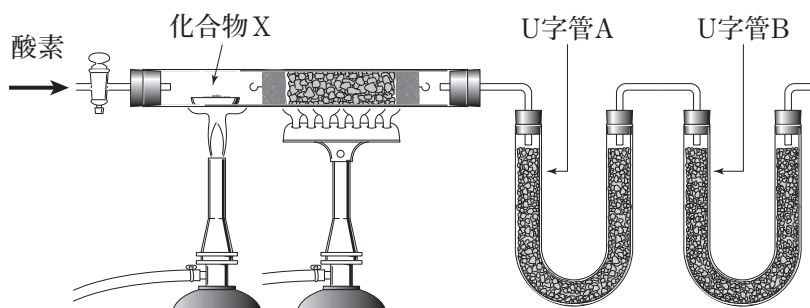
(4) リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ のみを構成成分とする油脂 1 mol に水素 H_2 を付加して、飽和脂肪酸だけからなる油脂をつくりたいとき、必要な水素 H_2 は何 mol か。 mol

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 6 ⑥ 12

(5) ナフタレンの水素原子 1 個を臭素原子で置換した化合物には、何種類の異性体が考えられるか。

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6 ⑥ 8

〔問2〕 炭素、水素、酸素からなる化合物 X 8.80 mg を、図の装置を用いて完全燃焼させたところ、二酸化炭素 17.6 mg、水 7.20 mg が得られた。また、化合物 X を加水分解すると、1 価のカルボン酸 Y と 1 価のアルコール Z が得られた。カルボン酸 Y はアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると銀が析出した。アルコール Z はヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると黄色沈殿を生じた。



これについて、次の (1)~(4) の問いの答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から 1 つ選び、マークしなさい。

(1) U 字管 A, U 字管 B に入れる物質の組合せはどれか。

30

	U 字管 A	U 字管 B
①	炭酸カルシウム	塩化カルシウム
②	炭酸カルシウム	ソーダ石灰
③	塩化カルシウム	炭酸カルシウム
④	塩化カルシウム	ソーダ石灰
⑤	ソーダ石灰	炭酸カルシウム
⑥	ソーダ石灰	塩化カルシウム

(2) 化合物 X の組成式を選べ。 31

- ① CH_2O ② CH_2O_2 ③ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ④ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ⑤ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$

(3) カルボン酸 Y の名称を選べ。 32

- ① ギ酸 ② 酢酸 ③ 安息香酸 ④ 乳酸 ⑤ サリチル酸

(4) アルコール Z の構造式を選べ。 33

- ① $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ② $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-OH}$ ③ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
- ④ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H-C-OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ⑤ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$