

2012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17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よろしい。
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 O 16 S 32 Cu 64

標準状態で気体 1 mol が占める体積 = 22.4 L

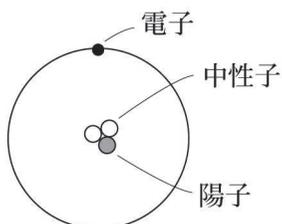
I 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(40点)

〔問1〕 次の(1)～(6)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) 次の物質のうち，純物質はどれか。

- ① 石油 ② 空気 ③ 水蒸気 ④ 塩酸 ⑤ アンモニア水

(2) 図はある原子の構造のモデル図である。この原子を表した化学式として適切なものはどれか。



- ① ${}^1_2\text{H}$ ② ${}^2_1\text{H}$ ③ ${}^1_3\text{H}$ ④ ${}^3_1\text{H}$
⑤ ${}^1_2\text{He}$ ⑥ ${}^2_1\text{He}$ ⑦ ${}^1_3\text{He}$ ⑧ ${}^3_1\text{He}$

(3) 0.50 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を 200 mL つくるには，硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶は何 g 必要か。 g

- ① 8.0 ② 13 ③ 16 ④ 25 ⑤ 32

(4) 二酸化炭素とアンモニアの分子の形を表した組合せはどれか。 4

	二酸化炭素	アンモニア
①	直線形	折れ線形
②	直線形	三角錐形
③	折れ線形	直線形
④	折れ線形	三角錐形
⑤	三角錐形	直線形
⑥	三角錐形	折れ線形

(5) 「同温・同圧で 1.0 L の水素と酸素には、同数の分子が含まれる」。この内容を説明している法則はどれか。 5

- ① 気体反応の法則 ② 倍数比例の法則 ③ 定比例の法則
④ アボガドロの法則 ⑤ ファラデーの法則

(6) 「酸素」という用語は、単体を表すときと元素を表すときがある。次の下線部の「酸素」が元素を表しているものはどれか。 6

- ① 水を電気分解すると、水素と酸素が発生する。
② 空気中には約 20%の酸素が含まれている。
③ 過酸化水素の質量のうち、酸素が占める割合は 94%である。
④ 炭化水素と酸素が反応すると、二酸化炭素と水が生成する。
⑤ 酸素とオゾンとは同素体の関係である。

〔問2〕 酸化還元反応において、相手の物質を酸化するはたらきをする物質を酸化剤といい、酸化剤は、電子を , 自身は される原子を含んでいる。マグネシウムと塩酸が反応し、塩化マグネシウムと水素が生成する反応では、マグネシウムは され、塩酸は としてはたらくことがわかる。

これについて、次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

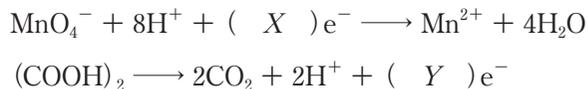
(1) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	受け取り	酸化
②	受け取り	還元
③	失い	酸化
④	失い	還元

(2) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

	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) 硫酸酸性の過マンガン酸カリウムとシュウ酸の酸化還元反応が起こるとき、過マンガン酸イオンとシュウ酸のイオン反応式は、次式で表される。下の問い a, b に答えよ。



- a 反応式中の電子の係数 X , Y の組合せはどれか。 9

	X	Y
①	3	2
②	3	3
③	3	4
④	5	2
⑤	5	3
⑥	5	4
⑦	7	2
⑧	7	3
⑨	7	4

- b 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液をシュウ酸水溶液に滴下したとき、反応の終点を知ることができる変化はどれか。 10

- ① 気体の発生が始まる。
- ② 白色の沈殿が生成する。
- ③ 黒褐色の沈殿が生成する。
- ④ 水溶液の色が赤紫色から無色に変わる。
- ⑤ 水溶液の色が無色から赤紫色に変わる。

(4) 濃度不明の硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液 10.0 mL と 0.050 mol/L のシュウ酸水溶液 25.0 mL が過不足なく反応した。過マンガン酸カリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。 mol/L

- ① 0.010 ② 0.025 ③ 0.050 ④ 0.075 ⑤ 0.10

〔問3〕 純水はごくわずかに電離し、25℃のとき純水に含まれる水素イオンと水酸化物イオンの濃度はいずれも mol/L である。水溶液の液性は、水素イオン濃度が mol/L よりも大きい水溶液は ，小さいものは である。水素イオン濃度の大きさを、より簡単な数値で表したものが pH で、純水の pH は で、 より値が小さくなるほど が強いことを表している。

これについて、次の(1)~(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の に当てはまる数値はどれか。 mol/L

- ① 1.0×10^{-7} ② 1.0×10^{-14} ③ 5.0×10^{-7}
 ④ 5.0×10^{-14} ⑤ 7.0×10^{-7} ⑥ 7.0×10^{-14}

(2) 文中の ， に当てはまる語句の組合せはどれか。

	イ	ウ
①	酸性	中性
②	酸性	塩基性
③	中性	酸性
④	中性	塩基性
⑤	塩基性	中性
⑥	塩基性	酸性

(3) 文中の **工** , **才** に当てはまる数値と語句の組合せはどれか。

14

	工	才
①	1	酸性
②	1	塩基性
③	7	酸性
④	7	塩基性
⑤	14	酸性
⑥	14	塩基性

(4) 次の a ~ c の水溶液を、水素イオン濃度の大きい順にならべたものはどれか。

15

a 0.10 mol/L の塩酸

b 0.10 mol/L の硫酸

c 0.10 mol/L の酢酸

- ① $a > b > c$ ② $a > c > b$ ③ $b > a > c$
④ $b > c > a$ ⑤ $c > a > b$ ⑥ $c > b > a$

(5) 0.15 mol/L のある 1 価の酸の水溶液の pH は 3.0 であった。この酸の電離度はいくらか。 **16**

- ① 1.5×10^{-3} ② 5.0×10^{-3} ③ 6.7×10^{-3}
④ 1.5×10^{-1} ⑤ 5.0×10^{-1} ⑥ 6.7×10^{-1}

II 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

〔問1〕 分子内に ア をもつ化合物をアルデヒドという。 ア は イ の酸化によって生成し、さらに酸化されるとカルボン酸を生成する。一般に、カルボン酸は水に溶けると ウ し、その酸性は炭酸水よりも エ い。

これについて、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中 ア の官能基はどれか。 17

- ① $-\text{OH}$ ② $-\text{CHO}$ ③ >C=O
 ④ $-\text{COOH}$ ⑤ $-\text{COO}-$

(2) 文中の イ に当てはまる語句はどれか。 18

- ① 1価アルコール ② 2価アルコール ③ 3価アルコール
 ④ 第一級アルコール ⑤ 第二級アルコール ⑥ 第三級アルコール

(3) 文中の ウ , エ に当てはまる語句の組合せはどれか。 19

	ウ	エ
①	わずかに電離	強
②	わずかに電離	弱
③	すべて電離	強
④	すべて電離	弱

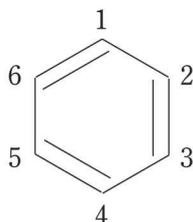
(4) アルデヒド基の有無を知る手がかりとなる変化はどれか。 20

- ① 臭素水を脱色する。
- ② ナトリウムを加えると水素が発生する。
- ③ アンモニア性硝酸銀溶液を加えて温めると銀が析出する。
- ④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると黄色の沈殿が生じる。

(5) あるカルボン酸 1.0 g に炭酸水素ナトリウム水溶液を十分に加えたところ、標準状態で 0.22 L の気体が発生した。反応させたカルボン酸の示性式はどれか。 21

- ① HCOOH ② CH₃COOH ③ C₂H₅COOH
- ④ C₃H₇COOH ⑤ C₄H₉COOH

〔問2〕 ベンゼンを構成する原子はすべて同一平面上にあり，炭素間の二重結合の位置は **ア**。ベンゼンの6個の水素原子のうち，2個を他の原子で置換した物質には **イ** の異性体がある。これらの異性体を区別するため，例えば図のベンゼン環において，**ウ** の炭素原子に結合した水素原子が他の原子や原子団に置換されたものには物質名の前に「パラ」をつける。



これについて，次の(1)~(4)の問いに答えなさい。答は，それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び，マークしなさい。

(1) 文中の **ア**，**イ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **22**

	ア	イ
①	固定されていない	3種類
②	固定されていない	4種類
③	固定されている	3種類
④	固定されている	4種類

(2) 文中の **ウ** に当てはまるものはどれか。 **23**

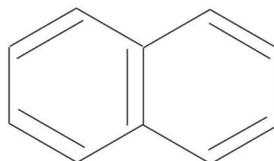
- ① 1と2 ② 1と3 ③ 1と4 ④ 1と5 ⑤ 1と6

(3) 次の化合物のうち，構成する原子すべてが同一平面上にあるものはどれか。

24

- ① メタン ② エタン ③ エチレン ④ フマル酸 ⑤ マレイン酸

(4) 次図の構造をもつ化合物について、下の問い a, b に答えよ。



a この化合物の性質に関する記述ア～ウについて、正しい記述はどれか。

25

ア 温度を上げると昇華する。

イ 組成式はベンゼンと等しい。

ウ 衣類の防虫剤などに用いられる。

① アのみ ② イのみ ③ ウのみ

④ アとイ ⑤ アとウ ⑥ イとウ

b この化合物の水素原子1個をヒドロキシ基で置換した化合物には、何種類の構造異性体が考えられるか。 26 種類

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

〔問3〕 硫黄は周期表の第3周期, 族の 元素で, 二価の陰イオンになりやすい。硫黄の単体が産出される火山地帯では, の腐卵臭をもつ硫化水素が火山ガスとして発生しやすい。金属イオンを含む水溶液に硫化水素を吹き込むと, pHの違いにより, 様々な金属の硫化物が沈殿する。硫化水素は水に溶け, その水溶液は を示す。

これについて, 次の(1)~(4)の問いに答えなさい。答は, それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び, マークしなさい。

(1) 文中の , に当てはまる数値および語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	15	典型
②	15	遷移
③	16	典型
④	16	遷移

(2) 酸性条件で硫化水素を吹き込んだとき, 黒色の硫化物となるイオンはどれか。

- ① Al^{3+} ② Fe^{2+} ③ Cu^{2+} ④ Zn^{2+} ⑤ Na^+

(3) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ウ	エ
①	無色	酸性
②	無色	塩基性
③	黄色	酸性
④	黄色	塩基性

(4) 硫化水素を実験室で発生させ捕集したい。次の問い a, b に答えよ。

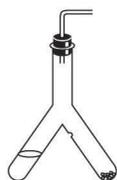
a 発生に必要な薬品を選べ。 30

- ① 希硫酸と過酸化水素 ② 希硫酸と亜硫酸ナトリウム
 ③ 希塩酸と硫黄 ④ 希塩酸と硫化鉄 (II)
 ⑤ アンモニア水と硫黄

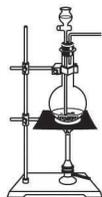
b 発生に用いる器具と捕集法の組合せはどれか。 31

器具

X

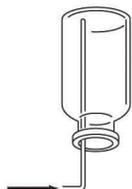


Y



捕集法

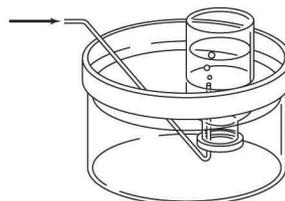
a



b



c



- ① X - a ② X - b ③ X - c
 ④ Y - a ⑤ Y - b ⑥ Y - c

Ⅲ 次の〔問1〕,〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 一定量の気体について、気体の状態方程式 $PV = nRT$ が厳密に成り立つ気体を理想気体という。実在の気体では、この関係が厳密にはあてはまらないことがある。その原因は、気体の分子間にはたらく分子間力と、分子自身の体積が影響するからである。一般に、実在の気体は、温度が , 圧力が 条件では理想気体として扱うことができる。

これについて、次の(1)~(4)の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

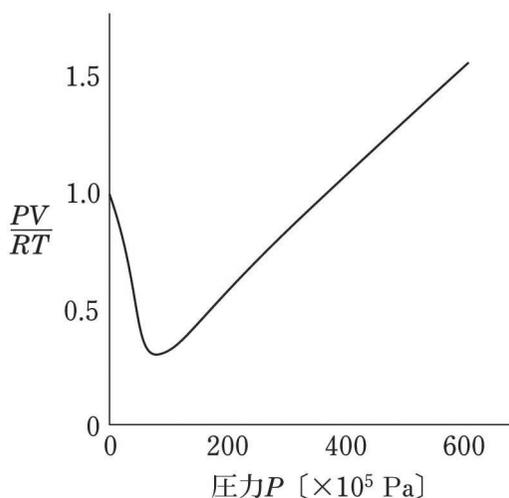
(1) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	低く	低い
②	低く	高い
③	高く	低い
④	高く	高い

(2) 次の気体のうち、理想気体に最も近いふるまいをするものはどれか。

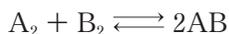
- ① メタン ② プロパン ③ アンモニア ④ 水素 ⑤ フッ化水素

- (3) 次のグラフは、100℃の二酸化炭素1 mol について、圧力 P を変えて $\frac{PV}{RT}$ の値を測定したものである。このグラフに関する下の記述 a～c のうち、正しい記述はどれか。 34

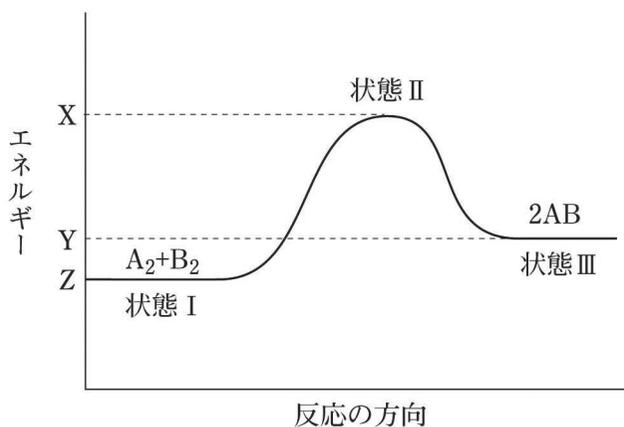


- a $\frac{PV}{RT}$ の値が 1.0 より大きい領域では、主に分子間力が影響している。
- b $\frac{PV}{RT}$ の値が 1.0 より小さい領域では、主に分子自身の体積が影響している。
- c 理想気体ならば、 $\frac{PV}{RT}$ の値は常に 1.0 のままである。
- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
 ④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc
- (4) 分子量 78 の液体 1.0 g を、内容積 1.0 L の真空容器に入れ、100℃に保ち完全に蒸発させた。容器内の圧力は何 Pa か。ただし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とし、気体は理想気体として扱ってよい。 35 Pa
- ① 2.0×10^3 ② 2.5×10^3 ③ 4.0×10^3
 ④ 2.0×10^4 ⑤ 2.5×10^4 ⑥ 4.0×10^4

〔問2〕 分子が反応するには互いの分子が し、さらに活性化状態となる必要がある。次図は反応物、生成物がすべて気体である反応、



におけるエネルギーの変化を表している。この反応の活性化状態は だから、正反応が起こるために必要なエネルギーは で、正反応は であることがわかる。



これについて、次の (1)~(4) の問いに答えなさい。答は、それぞれの解答群の中から最も適切なものを1つ選び、マークしなさい。

(1) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

	ア	イ
①	分解	状態 I
②	分解	状態 II
③	分解	状態 III
④	衝突	状態 I
⑤	衝突	状態 II
⑥	衝突	状態 III

(2) 文中の ウ , エ に当てはまる記号と語句の組合せはどれか。

37

	ウ	エ
①	X - Y	発熱反応
②	X - Y	吸熱反応
③	X - Z	発熱反応
④	X - Z	吸熱反応
⑤	Y - Z	発熱反応
⑥	Y - Z	吸熱反応

(3) この反応の正反応の速度は、 $v = k[A_2]^2[B_2]$ で表される。温度を一定に保ち、反応容器の体積を半分にしたとき、反応速度は元の条件と比較して何倍になるか。 38 倍

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

(4) この反応は可逆反応であり、条件を変えることによって平衡が移動する。次の条件 a ~ c のうち、平衡が右へ移動するものはどれか。 39

- a 反応容器の圧力を上げる。
- b 反応容器の温度を上げる。
- c 触媒を加える。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ
④ aとb ⑤ aとc ⑥ bとc