

2014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 Al 27

Cl 35.5 Fe 56

標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

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、単体はどれか。

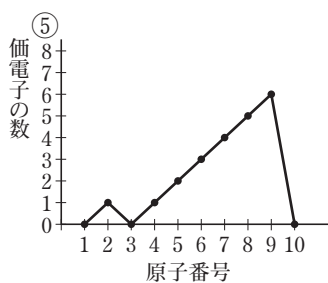
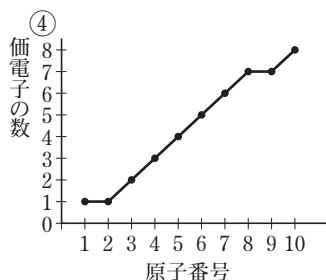
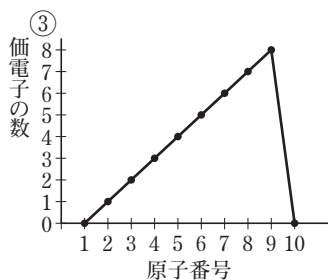
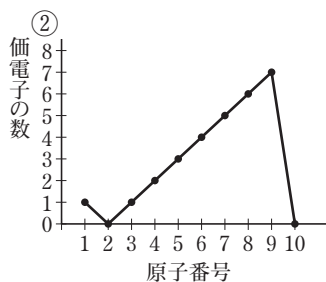
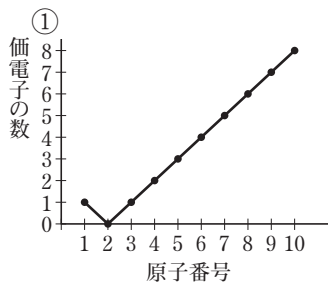
- ① 塩化水素 ② 硫酸銅(Ⅱ) ③ アンモニア
④ ステンレス鋼 ⑤ フラーレン

(2) 質量パーセント濃度が63%の濃硝酸を水で薄めて、1.0 mol/Lの希硝酸350 mLをつくる時に必要な濃硝酸の体積は何 mLか。ただし、濃硝酸の密度は 1.4 g/cm^3 とする。 mL

- ① 7 ② 14 ③ 20 ④ 25 ⑤ 28 ⑥ 35

(3) 原子番号と価電子の数の関係を表したグラフはどれか。

3



(4) 質量数 12 の炭素原子 1 個の質量が w [g] で表されるとき、質量数 27 のアルミニウム原子 1 個の質量 [g] を表した式はどれか。

4

① $\frac{4w}{9}$

② $\frac{2w}{3}$

③ $\frac{13w}{9}$

④ $\frac{3w}{2}$

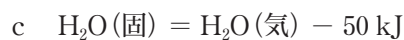
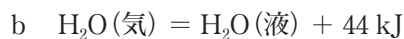
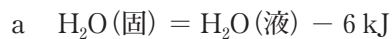
⑤ $\frac{9w}{4}$

⑥ $\frac{13w}{4}$

(5) 塩素, 酸素, 窒素をそれぞれ 1.0 g ずつはかり取り, 同温・同圧で体積を比較した。体積の小さな順に並べたものはどれか。 5

- ① 塩素 < 酸素 < 窒素 ② 塩素 < 窒素 < 酸素 ③ 酸素 < 塩素 < 窒素
 ④ 酸素 < 窒素 < 塩素 ⑤ 窒素 < 塩素 < 酸素 ⑥ 窒素 < 酸素 < 塩素

(6) 次の熱化学方程式 a ~ c は状態変化にともなう熱の出入りを表している。a ~ c が表す熱量の正しい組合せはどれか。 6



| | a | b | c |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 凝固熱 | 融解熱 | 蒸発熱 |
| ② | 凝固熱 | 融解熱 | 昇華熱 |
| ③ | 凝固熱 | 蒸発熱 | 昇華熱 |
| ④ | 融解熱 | 凝縮熱 | 蒸発熱 |
| ⑤ | 融解熱 | 凝縮熱 | 昇華熱 |
| ⑥ | 融解熱 | 蒸発熱 | 昇華熱 |

〔問2〕 滴定操作などで用いられる正確な濃度の溶液を標準溶液という。実験で用いる酸や塩基のうち、揮発性をもつ **ア** や吸湿性をもつ **イ** , **ウ** 性がある水酸化ナトリウムは、正確な濃度や秤量を把握しにくく、これらを用いて標準溶液を調製するのは不適當である。このため、中和滴定で使う標準溶液を調製するときにはシュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を用いることが多い。

これについて、次の(1)~(3)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** ~ **ウ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **7**

| | ア | イ | ウ |
|---|--------|-----|----|
| ① | アンモニア水 | 濃硝酸 | 潮解 |
| ② | アンモニア水 | 濃硫酸 | 風解 |
| ③ | アンモニア水 | 濃硫酸 | 潮解 |
| ④ | 濃硫酸 | 濃硝酸 | 風解 |
| ⑤ | 濃硫酸 | 酢酸 | 潮解 |
| ⑥ | 濃硫酸 | 酢酸 | 風解 |

(2) シュウ酸二水和物を用いて 0.100 mol/L のシュウ酸標準溶液を 500 mL つくるときの操作について、次の問い a, b に答えなさい。

a シュウ酸二水和物の結晶は何 g 必要か。 **8** g

- ① 1.80 ② 3.15 ③ 6.30 ④ 9.00 ⑤ 12.6

b シュウ酸二水和物の結晶を水に溶かして、水溶液の体積を正確に 500 mL に合わせるために用いる器具はどれか。 **9**

- ① メスシリンダー ② ホールピペット ③ ビュレット
④ コニカルビーカー ⑤ メスフラスコ

(3) 水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めるために、 0.100 mol/L のシュウ酸標準水溶液 10.0 mL に、濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を滴下したところ、中和するのに 8.00 mL 要した。この中和滴定では、指示薬として を加えた。次の問い a, b に答えなさい。

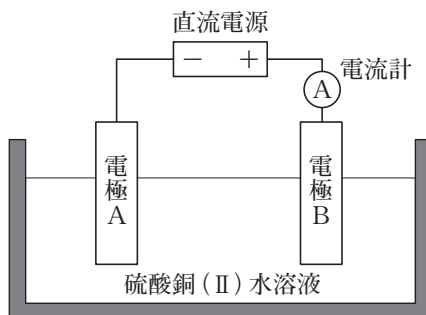
a 文中の に当てはまる指示薬はどれか。ただし、() 内の数値は指示薬の変色域の pH を示している。

- ① メチルオレンジ (3.1 ~ 4.4) ② メチルレッド (4.2 ~ 6.2)
③ BTB 溶液 (6.0 ~ 7.6) ④ フェノールフタレイン (8.0 ~ 9.8)

b 水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。 mol/L

- ① 0.0800 ② 0.125 ③ 0.160 ④ 0.240 ⑤ 0.250

〔問3〕 次図のように、直流電源と白金電極を用いて硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解した。回路を接続すると、ア である電極 A からは イ が、ウ である電極 B からは エ が生じた。電気分解を続けると、オ ことが観察できた。



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 ア , ウ に当てはまる語句の組合せはどれか。 12

| | ア | ウ |
|---|----|----|
| ① | 陰極 | 陽極 |
| ② | 陰極 | 正極 |
| ③ | 負極 | 陽極 |
| ④ | 負極 | 正極 |

(2) 文中の **イ** , **エ** に当てはまる物質の組合せはどれか。 **13**

| | イ | エ |
|---|----|----|
| ① | 水素 | 酸素 |
| ② | 水素 | 銅 |
| ③ | 酸素 | 水素 |
| ④ | 酸素 | 銅 |
| ⑤ | 銅 | 水素 |
| ⑥ | 銅 | 酸素 |

(3) 文中の **オ** に当てはまる文はどれか。 **14**

- ① 水溶液の色が無色からうすい青色に変化する
- ② 水溶液の青色がうすくなる
- ③ 水溶液の青色が濃くなる
- ④ 水溶液に青白色の沈殿が生じる
- ⑤ 水溶液に黒色の沈殿が生じる

(4) 2.0 A の電流を 80 分 25 秒流したとき、電極 A で生じる物質の物質量は

何 mol か。 **15** mol

- ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.050
- ④ 0.10 ⑤ 0.20 ⑥ 0.50

(5) 電極 B を白金から銅に変えたとき、電極 B で起こる変化を表した反応式はどれか。 **16**

- ① $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$
- ② $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$
- ③ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- ④ $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
- ⑤ $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

II 次の〔問1〕～〔問3〕に答えなさい。(36点)

〔問1〕 アセチレンを赤熱した鉄管に通じると、アセチレン 分子が して ができる。 は正六角形の構造をもち、構成する炭素原子間の結合距離は、。また、 は、付加反応より置換反応を起こしやすい。

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) 文中の ～ に当てはまる語句の組合せはどれか。

| | ア | イ | ウ |
|---|---|----|-------|
| ① | 3 | 重合 | ベンゼン |
| ② | 3 | 重合 | ナフタレン |
| ③ | 3 | 縮合 | ベンゼン |
| ④ | 6 | 重合 | ナフタレン |
| ⑤ | 6 | 縮合 | ベンゼン |
| ⑥ | 6 | 縮合 | ナフタレン |

(2) 文中の に当てはまる文はどれか。

- ① アセチレンより長く、エチレンより短い
- ② アセチレンより短く、エチレンより長い
- ③ エチレンより長く、エタンより短い
- ④ エチレンより短く、エタンより長い
- ⑤ アセチレンと等しい
- ⑥ エチレンと等しい

(3) の付加反応で生成する化合物はどれか。

- ① クロロベンゼン ② トルエン
③ シクロヘキサン ④ ベンゼンスルホン酸
⑤ ナフトール

(4) 2.0 L のアセチレンを完全燃焼させるために、空気は少なくとも何 L 必要か。
ただし、空気中に酸素は 20 % 含まれ、気体はすべて標準状態とする。

L

- ① 5.0 ② 10 ③ 20 ④ 25 ⑤ 40 ⑥ 50

(5) 水と反応させるとアセチレンが発生する物質はどれか。

- ① 炭酸カルシウム ② 炭化カルシウム ③ 塩化カルシウム
④ 酢酸カルシウム ⑤ 酸化カルシウム ⑥ 水酸化カルシウム

〔問2〕 フェノールは、1個の **ア** がベンゼン環に直接結合した構造をもつ芳香族化合物である。フェノールは特異臭をもち、常温の水に **イ**，その水溶液は **ウ** を示す。また、フェノールは **エ** 水溶液を加えると青紫色になる。この呈色反応はフェノールやフェノール類の検出に用いられる。

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 **ア** に当てはまる語句はどれか。 **22**

- ① カルボキシル基 ② アルデヒド基 ③ アミノ基
④ ニトロ基 ⑤ ヒドロキシ基

(2) 文中の **イ**， **ウ** に当てはまる語句の組合せはどれか。 **23**

| | イ | ウ |
|---|--------|-----|
| ① | よく溶け | 酸性 |
| ② | よく溶け | 塩基性 |
| ③ | よく溶け | 中性 |
| ④ | わずかに溶け | 酸性 |
| ⑤ | わずかに溶け | 塩基性 |
| ⑥ | わずかに溶け | 中性 |

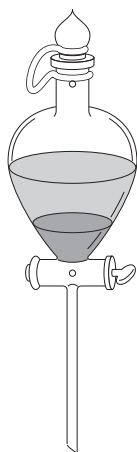
(3) 文中の **エ** に当てはまる物質はどれか。 **24**

- ① さらし粉 ② 塩化鉄(Ⅲ)
③ 塩化鉄(Ⅱ) ④ ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム
⑤ ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)酸カリウム

(4) フェノールはクメンを原料とした製法により生産されている。このとき副生成物として得られる物質はどれか。 25

- ① ナフタレン ② トルエン ③ エチレン
④ プロペン ⑤ アセトン

(5) フェノール，ニトロベンゼン，アニリンを含むエーテル溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え，次図の器具に入れて振り混ぜ静置したところ，上下二層に分離した。上層に含まれている物質はどれか。 26



- ① フェノール ② ニトロベンゼン
③ アニリン ④ フェノールとニトロベンゼン
⑤ フェノールとアニリン ⑥ ニトロベンゼンとアニリン

〔問3〕 アルミニウムは周期表の第 周期, 族に属する 元素である。また, アルミニウムは, 酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応することから 元素ともよばれる。アルミニウムは, ポーキサイトから得られた を, 融解した氷晶石とともに溶かし, することにより製造される。

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 , に当てはまる数の組合せはどれか。

| | ア | イ |
|---|---|----|
| ① | 2 | 3 |
| ② | 2 | 11 |
| ③ | 2 | 13 |
| ④ | 3 | 3 |
| ⑤ | 3 | 11 |
| ⑥ | 3 | 13 |

(2) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

| | ウ | エ |
|---|----|----|
| ① | 典型 | 遷移 |
| ② | 典型 | 両性 |
| ③ | 遷移 | 典型 |
| ④ | 遷移 | 両性 |
| ⑤ | 両性 | 典型 |
| ⑥ | 両性 | 遷移 |

(3) 文中の **オ** , **カ** に当てはまる化合物と語句の組合せはどれか。

29

| | オ | カ |
|---|-----------|------|
| ① | 水酸化アルミニウム | 加水分解 |
| ② | 水酸化アルミニウム | 電気分解 |
| ③ | 酸化アルミニウム | 加水分解 |
| ④ | 酸化アルミニウム | 電気分解 |
| ⑤ | 塩化アルミニウム | 加水分解 |
| ⑥ | 塩化アルミニウム | 電気分解 |

(4) アルミニウムと同様に、酸の水溶液とも強塩基の水溶液とも反応する金属はどれか。 **30**

- ① 鉄 ② 鉛 ③ 銀 ④ マンガン ⑤ ニッケル

(5) アルミニウムの粉末と酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 の粉末を混合し点火すると、テリット反応とよばれる酸化還元反応が起こり、鉄の単体が得られる。560 g の鉄を得るために必要なアルミニウムは理論上何 g か。 **31** g

- ① 108 ② 135 ③ 270 ④ 360 ⑤ 450

Ⅲ 次の〔問1〕, 〔問2〕に答えなさい。(24点)

〔問1〕 溶媒に不揮発性物質を溶かし溶液にすると, 同じ温度の溶媒よりも蒸気圧が なる。このため, 溶液の沸点は純粋な溶媒の沸点より なる。不揮発性物質の希薄溶液であれば, 沸点が変化する割合は溶液の に比例する。このときの比例定数は によって固有の値である。

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 | 高く | 高く |
| ② | 高く | 低く |
| ③ | 低く | 高く |
| ④ | 低く | 低く |

- (2) 文中の , に当てはまる語句の組合せはどれか。

| | ウ | エ |
|---|-----------|----|
| ① | 質量モル濃度 | 溶媒 |
| ② | 質量モル濃度 | 溶質 |
| ③ | 質量パーセント濃度 | 溶媒 |
| ④ | 質量パーセント濃度 | 溶質 |

(3) 沸点に関する次のA～Cの記述のうち、正しい記述はどれか。 34

- A 液体の沸点は、外圧が大きいと高くなる。
- B 液体の沸点とは、液体の表面から蒸発が起これり始める温度のことである。
- C 液体の混合物から、沸点の差を利用して純物質を取り出す方法を抽出という。

- 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) 次の溶質a～cを、それぞれ水100gに溶かし水溶液をつくった。水溶液の沸点を低い順に並べたものはどれか。 35

- a 塩化ナトリウム 0.10 mol
- b グルコース 0.15 mol
- c 塩化カルシウム 0.080 mol

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

〔問2〕 化学反応は、反応物が十分高いエネルギーをもって衝突するとき起こり、その反応速度は反応物の濃度、温度、触媒の有無などに左右される。反応が起こるために最低限必要なエネルギーを **ア** といい、触媒には **ア** の大きさを変えるはたらきがある。一定の温度で反応を行う場合、触媒を加えても分子がもつ平均のエネルギーは変化しないが、触媒を加えることで **ア** が小さくなると反応速度は **イ** なる。

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。 **36**

| | ア | イ |
|---|------------|----------|
| ① | ファンデルワールス力 | 大きく |
| ② | ファンデルワールス力 | 小さく |
| ③ | 活性化エネルギー | 大きく |
| ④ | 活性化エネルギー | 小さく |
| ⑤ | 結合エネルギー | 大きく |
| ⑥ | 結合エネルギー | 小さく |

(2) 次の反応A~Cのうち、**ア** を変化させることを利用した反応はどれか。 **37**

- A 過酸化水素水に、酸化マンガン(IV)を加えて酸素を発生させた。
 B 火をつけた線香を、酸素を入れた集気びんの中に入れて燃やした。
 C ニトロベンゼンを合成するとき、ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作
 用させた。

- ① Aのみ ② Bのみ ③ Cのみ
 ④ AとB ⑤ AとC ⑥ BとC

(3) ある反応を 20 °C において行ったところ、反応終了まで 60 秒要した。また、この反応を 30 °C および 40 °C で行くと、反応終了までそれぞれ 30 秒および 15 秒を要した。0 °C でこの反応を行うと反応終了まで何秒かかるか。 38 秒

- ① 90 ② 120 ③ 150 ④ 180 ⑤ 240

(4) $A + B \longrightarrow C$ で表される気体反応がある。温度を一定に保ち、A と B の濃度を変え、反応速度を測定する実験を 3 回行った。次表の [A], [B] は A, B それぞれの平均の濃度 [mol/L], v は C が生成する速度 [mol/(L·s)] を表している。この反応の反応速度定数を k としたとき、反応速度 v を表した式はどれか。 39

| 実験 | [A] | [B] | v |
|----|------|------|-------|
| 1 | 0.20 | 0.30 | 0.090 |
| 2 | 0.40 | 0.30 | 0.18 |
| 3 | 0.20 | 0.10 | 0.010 |

- ① $v = k[A]$ ② $v = k[B]$ ③ $v = k[A][B]$
 ④ $v = k[A]^2[B]$ ⑤ $v = k[A][B]^2$ ⑥ $v = k[A]^2[B]^2$