

理 科

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いけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～10	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	11～22	
生 物	23～36	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、また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ること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の下記の該当欄にそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

0	0	2	5
---	---	---	---

と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名二つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。

6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しゴムが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

化 学

(注意) 解答にあたって必要ならば、つぎの数値を用いよ。

原子量 : H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Br = 80, Ca = 40,

Cl = 35.5, Cu = 63.5, Fe = 56, K = 39, Na = 23, S = 32

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

アボガドロ定数 : $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$; 0°C の絶対温度 : $T = 273 \text{ K}$

気体定数 : $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

第1問 次の問1～5の各群には①～⑤の中に誤りを含む文が一つあるか、①～⑤の全てに誤りがないかのいずれかである。誤りがある場合はその文の記号(①～⑤)を、誤りがない場合は⑥を選べ。

問 1

1

- ① 空気, 天然ガス, 石油, 食塩水は, いずれも混合物である。
- ② ドライアイス, 生石灰, ミョウバンは, いずれも化合物である。
- ③ 液体空気の分留で酸素と窒素が得られる。
- ④ ヨウ素と塩化ナトリウムの混合物からヨウ素を分離するには, 昇華を用いる。
- ⑤ 少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムから硝酸カリウムだけを取り出すには, 再結晶を用いる。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 2 2

- ① 弱塩基水溶液を強酸水溶液で滴定するとき、中和点付近での pH 変化は酸性側にかたよるため、メチルオレンジが指示薬として用いられる。
- ② 弱酸や弱塩基では、濃度が大きくなるにつれ、電離度も大きくなる。
- ③ 酢酸水溶液中では、電離していない酢酸分子の数は、電離して生じた酢酸イオンの数に比べ、多い。
- ④ 酸性塩である炭酸水素ナトリウムの水溶液は、塩基性を示す。
- ⑤ 一般に、弱酸や弱塩基の電離定数は、温度一定ならば濃度に関係なく一定の値となる。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 3 3

- ① 液体の蒸気圧は、一定温度で一定の値をとり、温度が高いほど高い。
- ② 温度が一定で気液平衡の状態にあれば、気体の占める体積を変化させても液体の蒸気圧は変化しない。
- ③ 溶媒に不揮発性物質を溶かした溶液の蒸気圧は、同じ温度の純粋な溶媒に比べ低くなる。
- ④ 融点で液体が凝固して固体になるとき、融解熱に等しい熱量を放出する。
- ⑤ 0°C の氷 1 mol を加熱して、 100°C の水蒸気にするときに必要な熱量は、氷の融解熱と水の蒸発熱の和で表される。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 4

4

- ① Ag^+ , Fe^{3+} , Cu^{2+} を含む水溶液に塩酸を加えると、 Ag^+ のみが AgCl として沈殿する。
- ② Pb^{2+} , Ag^+ は、いずれも希塩酸によって白色沈殿を生成するが、 Pb^{2+} の塩化物は熱水に溶けるため、両者を区別できる。
- ③ Al^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} とアンモニア水との反応で生じる水酸化物はいずれも白色の沈殿で、過剰のアンモニア水に溶ける。
- ④ Al^{3+} , Zn^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、白色沈殿を生じるが、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色溶液となる。
- ⑤ Zn^{2+} を含む中性水溶液に硫化水素を通じたとき、白色の沈殿が生じた。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 5

5

- ① 黒鉛 1 mol からダイヤモンド 1 mol をつくり出すときの反応熱は、黒鉛とダイヤモンドの燃焼熱から求めることができる。
- ② N_2 (気)や C(黒鉛)の生成熱は 0 である。
- ③ 二酸化炭素 CO_2 (気)の生成熱から一酸化炭素 CO (気)の燃焼熱を引いた値が CO (気)の生成熱である。
- ④ シクロプロパン(気)とプロピレン(気)の燃焼熱を測定すると、それぞれ 2091 kJ/mol, 2058 kJ/mol であった。この実験結果から、プロピレンの方がシクロプロパンよりも 33 kJ/mol 安定であることがわかる。
- ⑤ H_2 (気) 1 mol の燃焼熱は、水 H_2O (液)の生成熱である。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

第2問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

塩化ナトリウム水溶液を電気分解した。陽極では、 が されて、 が生じた。一方、陰極では が されて、 と が生じた。したがって、水溶液中の が し、陰極付近では、 濃度は する。この陰極付近の水溶液を濃縮すると化合物Xが得られる。

問1 本文中の空欄a, c, eに相当するものを、次の①～⑧のうちから選べ。

- a : c : e :
- ① H⁺ ② Na⁺ ③ OH⁻ ④ Cl⁻
 ⑤ Na ⑥ H₂ ⑦ Cl₂ ⑧ H₂O

問2 本文中の空欄ア～エに当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	酸化	還元	増加	減少
②	酸化	還元	減少	増加
③	酸化	酸化	減少	減少
④	還元	酸化	減少	増加
⑤	還元	酸化	増加	減少
⑥	還元	還元	増加	増加

問 3 陽極で生じた b の記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

10

- ① 酸化作用を示す。
- ② 空気より重い気体である。
- ③ エチレンと付加反応する。
- ④ 加熱した銅と激しく反応する。
- ⑤ 水と反応して酸素を発生する。
- ⑥ 水でぬらしたヨウ化カリウムデンプン紙を近づけると、青紫色に変化する。

問 4 化合物 X を保存する方法として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

11

- ① 水中に保存する。
- ② 石油中に保存する。
- ③ アルコール中に保存する。
- ④ 褐色のガラス瓶に保存する。
- ⑤ 無色透明のガラス瓶に保存する。
- ⑥ ポリエチレンの容器に保存する。

問 5 1.00 A の電流を 10 分間流して、塩化ナトリウム水溶液を電気分解した。両極に発生する気体の合計体積は、標準状態で何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

12 L

- ① 0.002 ② 0.005 ③ 0.070
- ④ 0.139 ⑤ 0.278 ⑥ 0.557

第3問 気体A～Fの発生法についての記述を読み、次の問い(問1～5)に答えよ。

- A：ギ酸を濃硫酸とともに加熱する。
- B：銅に熱濃硫酸を加える。
- C：銅に濃硝酸を加える。
- D：硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。
- E：銅に希硝酸を加える。
- F：亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱する。

問1 気体A～Fの捕集法として下方置換を用いるのは何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

13 種類

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

問2 水に溶けて酸性を示す気体を、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号14の解答欄にマークせよ。

14

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

問3 気体Dの水溶液に気体Bを吹き込んだとき起こる変化として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

15

- ① 溶液が白濁する。
- ② 溶液が紫色になる。
- ③ 溶液が無色透明になる。
- ④ 褐色の沈殿が生成する。
- ⑤ 褐色の気体が発生する。
- ⑥ 無色の気体が発生する。

問 4 先をゴム栓で閉じた注射器に気体Cを捕集し、温度を一定に保ったところ、平衡状態に達した。この容器の体積を変化させたときの記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

16

- ① ピストンを引き容器の体積を大きくした瞬間、気体の色が濃くなり、その後色に変化はみられなかった。
- ② ピストンを引き容器の体積を大きくした瞬間、気体の色が薄くなり、その後色に変化はみられなかった。
- ③ ピストンを押し容器の体積を小さくした瞬間、気体の色が濃くなり、その後色に変化はみられなかった。
- ④ ピストンを押し容器の体積を小さくしても、気体の色に変化は無かった。
- ⑤ ピストンを押し容器の体積を小さくした瞬間、気体の色が濃くなったが、徐々に薄くなった。
- ⑥ ピストンを引き容器の体積を大きくした瞬間、気体の色が濃くなったが、徐々に薄くなった。

問 5 酸化鉄(Ⅲ)8.0 gに気体Aを加えて完全に反応させると、固体が得られた。この反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑧のうちから二つ選び、解答番号17の解答欄にマークせよ。

17

- ① 気体Aは還元剤である。
- ② 二酸化炭素が生成する。
- ③ コークスCが生成する。
- ④ 得られた固体は、5.6 gである。
- ⑤ 得られた固体は、濃硝酸には溶けない。
- ⑥ 得られた固体は、希硫酸と反応し水素を発生する。
- ⑦ 得られた固体は、熱水と反応して水素を発生する。
- ⑧ 得られた固体は、高温の水蒸気と反応して水素を発生する。

第4問 次の問い(問1～5)に答えよ。

問1 分子内にカルボキシル基を二つ持つ化合物として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

18

- ① リシン ② グリシン ③ グリセリン
④ アデノシン三リン酸 ⑤ グルタミン酸 ⑥ 乳酸

問2 不斉炭素原子を持つ化合物を、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号19の解答欄にマークせよ。

19

- ① スクロース ② グリシン ③ グリセリン
④ アデノシン三リン酸 ⑤ ステアリン酸 ⑥ 乳酸

問3 次の①～⑥の記述のうちから誤りを含むものを、一つ選べ。

20

- ① グリシンは結晶中で双性イオンとして存在する。
② 乳酸と乳酸ナトリウムの混合水溶液は緩衝液となる。
③ リシンにニンヒドリン水溶液を加えて温めると、赤紫色になる。
④ グルコースが環状構造をとると、不斉炭素原子の数が一つ増える。
⑤ ラクトースやマルトースの水溶液は還元性を示す。
⑥ pH 6 のグルタミン酸水溶液に電圧をかけると、グルタミン酸は陰極に移動する。

問4 グルコース0.9gを水100gに溶かした溶液の沸点は、水の沸点より0.026 K 高い。硫酸ナトリウム7.1gを水1kgに溶かした溶液の沸点は、水の沸点より何K 高いか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

21 K

- ① 0.026 ② 0.052 ③ 0.078
④ 0.15 ⑤ 0.26 ⑥ 0.52

問 5 グリシンとアラニンからなる鎖状ポリペプチド 43.6 g を完全に加水分解すると、グリシン 37.5 g とアラニン 17.8 g が得られた。ポリペプチドの分子量として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

22

① 445

② 872

③ 956

④ 1299

⑤ 1317

⑥ 1726

第5問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

炭化カルシウムに水を加えると、気体アと化合物イが生成した。気体ア 1 mol に触媒存在下、水素 1 mol を反応させると化合物ウが得られた。化合物ウに酸触媒存在下、水を反応させると、化合物エとなった。これを酸化すると刺激臭のある液体オが得られ、これをさらに酸化すると化合物カが生成した。カを化合物イと反応させて得た物質を熱分解し、無色液体キを得た。一方、化合物クに触媒存在下、水素 1 mol を反応させると、化合物ケが得られた。また、化合物クに酸触媒存在下、水を反応させると、化合物コが生成した。これを酸化すると化合物キが得られた。

問1 化合物エ、オ、カ、キ、ケ、コにそれぞれヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めた。黄色結晶が生じる化合物は何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

23 種類

- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

問2 化合物イの記述として最も適当なものを、つぎの①～⑥のうちから選べ。

イ: 24

- ① 潮解性をもつ。
- ② 乾燥剤として利用される。
- ③ 酸を加えると CO_2 を発生する。
- ④ 空気中に放置すると風解する。
- ⑤ 水によく溶け、水溶液は酸性を示す。
- ⑥ 水溶液に二酸化炭素を通すと、白色沈殿を生じる。

問 3 化合物カの記述として最も適当なものを、つぎの①～⑥のうちから選べ。

カ：

- ① 炭酸より弱い酸である。
- ② 第一級アルコールである。
- ③ フェーリング液を還元する。
- ④ 2組の非共有電子対をもつ。
- ⑤ 水に溶け、炭酸水素ナトリウムを加えると CO_2 が発生する。
- ⑥ 濃硫酸を加えて $130\sim 140\text{ }^\circ\text{C}$ に加熱すると、揮発性で引火しやすい液体が生成する。

問 4 化合物クから化合物キを合成する方法として3段階で合成する方法もある。

各段階に最も適当なものを、つぎの①～⑧のうちから選べ。

ク $\xrightarrow{\text{段階1}}$ $\xrightarrow{\text{段階2}}$ $\xrightarrow{\text{段階3}}$ キ

段階1： 段階2： 段階3：

- ① 酸素で酸化する。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液で処理する。
- ③ 硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として、水と反応させる。
- ④ 希硫酸を加えて分解する。
- ⑤ ニッケルを触媒として水素と反応させる。
- ⑥ 酸触媒の存在下、水と反応させる。
- ⑦ 酸化亜鉛を触媒に用いて、一酸化炭素と反応させる。
- ⑧ 触媒存在下、ベンゼンと反応させる。

問 5 化合物ウ、ク、ケの混合物 14.2 g に臭素を作用させると、臭素 48.0 g が消費された。一方、この混合物を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が物質質量比 10 : 11 で生成した。混合物に含まれるクの質量パーセントはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

ク : %

- | | | | |
|------|------|------|------|
| ① 15 | ② 20 | ③ 25 | ④ 30 |
| ⑤ 35 | ⑥ 40 | ⑦ 45 | ⑧ 50 |