

入学試験問題(1次)

理 科

平成26年1月27日

10時50分—12時10分

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見てはならない。
- 2 この冊子は、物理1～8ページ、化学9～18ページ、生物19～33ページ、の33ページである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出よ。
- 3 物理、化学、生物のうちからあらかじめ志願票に記入した2科目を解答せよ。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用せよ。
- 5 解答用紙の指定欄に受験番号、氏名を忘れずに記入せよ。
- 6 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入せよ。
- 7 解答の記入の仕方については、解答用紙に書いてある注意に従え。
- 8 この冊子の余白は、草稿用に使用してよい。ただし、切り離してはならない。
- 9 解答用紙およびこの問題冊子は、持ち帰ってはならない。

| | | | | |
|-----|--|--|--|--|
| No. | | | | |
|-----|--|--|--|--|

上の枠内に受験番号を記入せよ。

化 学

次の問に答えよ。答は与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つだけ選び、解答用紙の該当する記号を塗りつぶせ。(原子量は $H = 1.00$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $Ar = 40.0$, $K = 39.1$, $Ca = 40.1$ とし、理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L 、ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

1 中心の原子が、結合する前の状態で2個の対電子をもつのはどれか。

- ㉗ 硫化水素 ㉘ アンモニア ㉙ メタン
㉚ 二酸化炭素 ㉛ 二酸化ケイ素

2 次の記述のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・重水素は軽水素の同素体である。
- ・希ガス元素の電子殻は閉殻となっている。
- ・原子と中性子の質量は電子の約 1480 倍である。
- ・周期表の第 2 周期に属する原子の価電子数の総和は 36 である。

- ㉜ 0 ㉝ 1 ㉞ 2 ㉟ 3 ㊱ 4

3 結合の極性が最も大きいのはどれか。

- ㉒ C—H ㉓ C—F ㉔ C—Cl ㉕ C—Br ㉖ C—I

4 濃度不明の食塩水の凝固点が、 0.250 mol/kg のスクロース水溶液の凝固点よりも 1.40°C 低い値を示した。この食塩水の質量モル濃度はいくらか。最も近い値を選べ。水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とする。

- ア 1.00 イ 0.750 ウ 0.500 エ 0.250 オ 0.130

5 二つの風船 A と B が、同温・同圧下に置かれている。A の風船には 14 g の窒素、B には 20 g のアルゴンが充填されている。次の記述のうち、誤りはどれか。

- ア A と B に存在する気体の分子数は等しい。
イ A と B の気体の体積は等しい。
ウ A の気体の密度は、B の気体の密度よりも小さい。
エ A と B の気体の運動エネルギーは等しい。
オ A の気体分子が風船の単位面積当たり衝突する回数は、B の気体分子よりも小さい。

6 エチレンに水素が付加してエタンができるときの反応熱 Q (kJ/mol) を求めよ。ただし、エタン、エチレンの生成熱は 25°C 、1 気圧でそれぞれ 84 、 -53 kJ/mol であるものとする。

- ア -31 イ 22 ウ 31 エ 115 オ 137

7 次のうち水溶液が酸性になるのはどれか。

A Na_2S B CuSO_4 C NH_4Cl D Na_3PO_4 E K_2CO_3

- ア A と B イ B と C ウ C と D エ D と E オ A と E

8 次のうち正しいのはどれか。以下の表を参考にせよ。

| 温度 [°C] | 水のイオン積 K_w [mol/L] ² |
|------------|--------------------------------------|
| 10 | 0.29×10^{-14} |
| 20 | 0.68×10^{-14} |
| 25 | 1.01×10^{-14} |
| 30 | 1.47×10^{-14} |
| 40 | 2.92×10^{-14} |

- A. 温度上昇に伴い純水中の水素イオン濃度は上昇する。
 B. 温度上昇に伴い水の電離平衡式 $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ は左に進む。
 C. 中和反応は発熱反応である。
 D. 電離は発熱反応である。

㉞ AとB ㉟ AとC ㊱ BとC ㊲ BとD ㊳ CとD

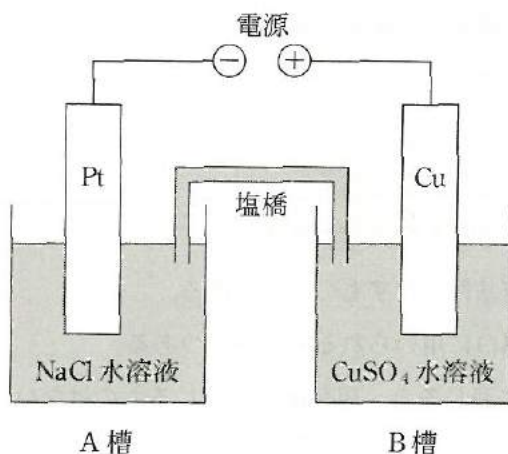
9 酢酸の電離平衡定数 K_a を 1.8×10^{-5} mol/L とするとき、0.020 mol/L の酢酸の電離度 α はいくらか。ただし $1 - \alpha \approx 1$ として求めなさい。

㉞ 1.0×10^{-2} ㉟ 1.7×10^{-2} ㊱ 2.0×10^{-2}
 ㊲ 3.0×10^{-2} ㊳ 4.0×10^{-2}

10 生石灰 0.140 g を溶かした水溶液に CO_2 を吸収させると水溶液は白濁した。さらに CO_2 を吸収させると水溶液の白濁は消失した。水溶液の白濁およびその白濁の消失に必要な CO_2 の総体積は 1.013×10^5 Pa, 25 °C で何 mL か。最も近い値を選べ。ただし、各反応は完全に進むものとする。

㉞ 56 ㉟ 61 ㊱ 112 ㊲ 122 ㊳ 183

- 11 図のようにA, B槽にそれぞれNaCl水溶液, CuSO₄水溶液を1Lずつ入れ, A槽には白金電極, B槽には銅の電極を入れた。A, B槽を塩橋でつなぎ電流を流したところ, B槽のCu²⁺の濃度が通電前と比べて 5.0×10^{-3} mol/L増加した。このときA槽のNaCl水溶液を10 mLとって, 1.0×10^{-2} mol/Lの希硫酸で滴定した場合中和に必要な硫酸の量は何 mLか。ただし, 塩橋は電流だけを通し, 両槽の溶液の体積には変化がないものとする。



- ㉗ 20 ㉘ 15 ㉙ 10 ㉚ 5.0 ㉛ 2.5

- 12 誤りはどれか。

- A. 硫化水素は硫化鉄(II)に希硫酸を加えると得られる。
 B. 硫化水素は水に溶けて強い酸性を示す。
 C. 二酸化硫黄は還元性がある。
 D. 二酸化硫黄を酸化して生成する三酸化硫黄は, 水と反応して硫酸を生じる。
 E. 二酸化硫黄と硫化水素から硫黄が析出する反応では, 二酸化硫黄は還元剤としてはたらく。

- ㉜ AとC ㉝ BとD ㉞ BとE ㉟ CとD ㊱ AとE

13 次の6つの反応によって発生する気体について誤りはどれか。

- ・ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
- ・炭酸水素ナトリウムと塩酸を反応させる。
- ・塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。
- ・さらし粉と塩酸を反応させる。
- ・塩化ナトリウムと濃硫酸を反応させる。
- ・銅に希硝酸を加える。

- A. 水に溶けにくいものが2つある。
- B. 無色で刺激臭のあるものが3つある。
- C. その水溶液が塩基性を示すものが2つある。
- D. その水溶液が漂白に用いられるものが1つある。
- E. CuSO_4 水溶液に通じると、黒色沈殿を生じるものはない。

- ㉗ AとB ㉘ BとC ㉙ CとD ㉚ DとE ㉛ AとE

14 誤りはどれか。

- A. 鉄の赤錆びの主成分は FeO である。
- B. 鉱石から目的の金属を取り出す操作を製錬という。
- C. 鉄の単体は、鉄鉱石を還元することにより得られる。
- D. Fe^{2+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、淡緑色の沈殿を生じる。
- E. Fe^{3+} を含む水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると、濃青色の沈殿を生じる。

- ㉗ AとB ㉘ BとC ㉙ CとD ㉚ DとE ㉛ AとE

15 ミョウバンについて正しいものはいくつあるか。

- A. 正八面体の結晶である。
- B. 硫酸カリウムと硫酸アルミニウムの混合溶液を濃縮すると得られる。
- C. 複塩である。
- D. 水溶液は中性を示す。
- E. 結晶 9.48 g を強熱して完全に脱水したところ、4.32 g の水が生じた。

㉞ 1 ㉟ 2 ㊱ 3 ㊲ 4 ㊳ 5

16 炭素、水素および酸素のみからなる有機化合物が 60.00 mg あり、完全燃焼させると二酸化炭素 115.5 mg と水 70.20 mg が生じた。分子式中の酸素数が 1 であり、この化合物が Na と反応して水素を発生する場合、この化合物の性質として正しいのはどれか。

- A. 常温で液体である。
- B. 水に溶けにくい。
- C. 水溶液はアルカリ性を示す。
- D. 濃硫酸と高温で加熱すると水分子が脱離する。
- E. 酸化された物質は水に溶けにくい。

㉞ AとB ㉟ BとE ㊱ CとD ㊲ AとD ㊳ CとE

17 分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表される化合物をけん化すると、還元性のあるカルボン酸の塩 A と化合物 B を生じた。B の構造異性体はいくつあるか。

㉞ 2 ㉟ 3 ㊱ 4 ㊲ 5 ㊳ 6

18 正しいのはどれか。

- A. ケトンは第一級アルコールの酸化で得られる。
- B. 低分子量のアルデヒドは水によく溶け中性を示す。
- C. ケトンはアンモニア性硝酸銀溶液を還元し銀を析出させる。
- D. アルコールはヨードホルム反応に陰性を示す。
- E. 第三級アルコールは酸化されにくい。

㉗ AとC ㉘ BとD ㉙ CとE ㉚ AとD ㉛ BとE

19 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液を加水分解すると窒素、塩酸とともに有機化合物を生じた。この有機化合物の性質として正しいのはどれか。

- A. 水によく溶ける。
- B. 水溶液はカルボン酸よりも強い酸性を示す。
- C. 水酸化ナトリウムと反応して塩をつくる。
- D. 金属ナトリウムと反応して水素を発生する。
- E. ベンゼンよりも反応性が小さく置換反応が起こりにくい。

㉗ AとE ㉘ BとD ㉙ AとC ㉚ CとD ㉛ BとE

20 三種類の金属、アルミニウム、鉄、銅を下記の四種類の液体に入れた。よく溶ける組み合わせはいくつあるか。

- A. 希硫酸
- B. 濃硝酸
- C. 熱水
- D. 水酸化ナトリウム水溶液

㉖ 4 ㉗ 5 ㉘ 6 ㉙ 7 ㉚ 8

21 アニリン、ニトロベンゼン、トルエン、安息香酸のエーテル混合溶液に、まず希塩酸を混合し、水層 A とエーテル層 B に分離した。このエーテル層 B に水酸化ナトリウム水溶液を混合し、水層 C とエーテル層 D に分離した。正しいのはどれか。

- ㉛ A に含まれる物質はさらし粉水溶液により黒色を呈する。
- ㉜ B に含まれる物質はすべて常温で液体である。
- ㉝ C に含まれる物質は炭酸より弱い酸性を示す。
- ㉞ D に含まれる物質を還元するとアニリンが生じる。
- ㉟ D に含まれる物質は融点の違いを利用して分離可能である。

22 ある α -アミノ酸は炭素、水素、窒素および酸素から構成され、分子量は180より小さく、その成分となる元素の質量の割合は炭素(65.4%)、水素(6.70%)、酸素(19.4%)であった。このアミノ酸の正しい置換基(側鎖)を選べ。

- ㉗ $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$ グルタミン酸
- ㉘ $-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$ チロシン
- ㉙ $-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$ フェニルアラニン
- ㉚ $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ リシン
- ㉛ $-\text{CH}_3$ アラニン

23 高分子化合物を生成する重合反応には二種類以上の単量体を用いた(A)と呼ばれる反応がある。1,3-ブタジエンとアクリロニトリルの(A)反応により分子量約56,000の重合体が得られた。この重合体の元素分析の結果、炭素、水素の質量パーセントはそれぞれ78.8%、8.50%であった。この結果、重合体中のアクリロニトリルの質量パーセントは(B)、重合体1分子に含まれるアクリロニトリル単位の平均の数は(C)であることが分かった。(A)~(C)に当てはまる語句の正しい組み合わせを選べ。ブタジエンおよびアクリロニトリルの分子式はそれぞれ C_4H_6 、 $\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$ とする。

- ㉗ (A) 開環重合 (B) 45% (C) 4.9×10^2 個
- ㉘ (A) 共重合 (B) 52% (C) 4.9×10^2 個
- ㉙ (A) 縮合重合 (B) 52% (C) 5.1×10^2 個
- ㉚ (A) 共重合 (B) 48% (C) 5.1×10^2 個
- ㉛ (A) 縮合重合 (B) 48% (C) 4.6×10^2 個

24 酵素について誤りはどれか。

- A. 反応を触媒する能力は反応温度の高さに依存して上昇する。
- B. 基質特異性と反応特異性を有する。
- C. pH により活性が大きく変化する。
- D. 補酵素には酵素活性をもつものが存在する。
- E. アミノ酸から構成されている。

㉖ AとD ㉗ BとC ㉘ CとE ㉙ BとD ㉚ AとE

25 2種類のヌクレオチドのみを含む2本鎖DNAがある。このDNAに含まれる塩基について調べると、炭素、水素、窒素の質量百分率はそれぞれ、46.3%、3.47%、37.8%だった。このDNAに含まれる塩基の正しい組み合わせを選べ。ただし、2本鎖を形成する2本のポリヌクレオチドの重合度は同じとする。代表的な塩基の分子式は以下の通りである。

アデニン： $C_5H_5N_5$

ウラシル： $C_4H_4N_2O_2$

シトシン： $C_4H_5N_3O$

グアニン： $C_5H_5N_5O$

チミン： $C_5H_6N_2O_2$

- ㉛ アデニン—シトシン
- ㉜ アデニン—グアニン
- ㉝ アデニン—ウラシル
- ㉞ アデニン—チミン
- ㉟ グアニン—シトシン