

# 入学試験問題(1次)

## 理 科

平成 27 年 1 月 26 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 1～11 ページ、化学 12～23 ページ、生物 24～39 ページ、の 39 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

設問ごとに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  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$ ,  $S = 32.1$ ,  $Cl = 35.5$ ,  $K = 39.1$  とし、理想気体の標準状態における  $1 \text{ mol}$  の体積は  $22.4 \text{ L}$ , 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 下に示す㉖~㉙の原子の組み合わせの中で、各原子からできるイオンが3つとも全て異なる電子配置をもつ組み合わせはどれか。

㉖ O, S, Cl

㉗ O, F, Na

㉘ Li, Na, Cl

㉙ Na, Mg, Cl

㉚ Li, Be, F

2 酸素の同位体  $^{16}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  のみを含む酸化鉄(III)の粉末  $65.4 \text{ g}$  を Fe まで完全に還元したところ、質量が  $20.6 \text{ g}$  減少した。この酸化鉄(III)に含まれる  $^{16}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  の物質質量比に最も近いものはどれか。ただし、Fe の原子量は  $56$ ,  $^{16}\text{O}$  と  $^{18}\text{O}$  の相対質量はそれぞれ  $16$ ,  $18$  とする。

㉛ 1 : 2

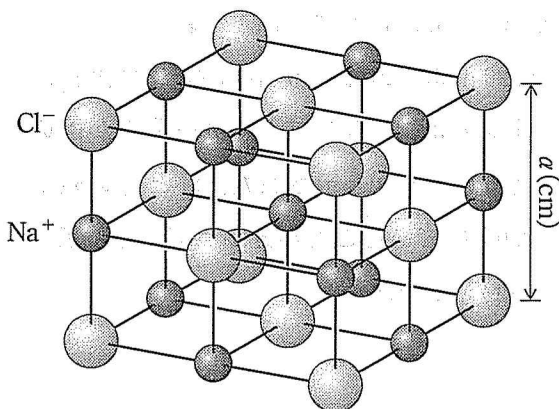
㉜ 3 : 7

㉝ 5 : 7

㉞ 4 : 3

㉟ 7 : 5

3 塩化ナトリウムの結晶は図に示すような単位格子をもつ。この単位格子の一辺の長さを  $a$  (cm) としたときの結晶の密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) を表すのに最も適切な式はどれか。



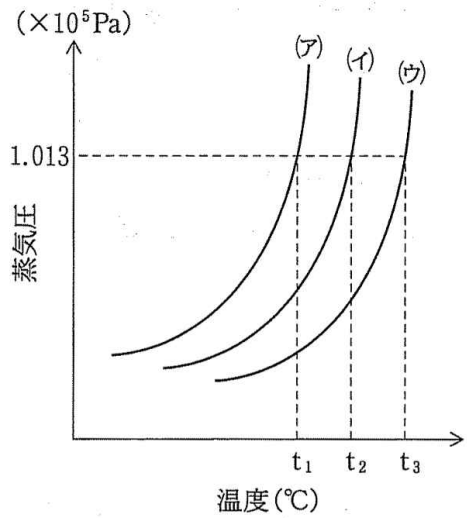
- ㉞  $\frac{7.8 \times 10^{-22}}{a^3}$       ㉟  $\frac{3.9 \times 10^{-22}}{a^3}$       ㊱  $\frac{a^3}{3.9 \times 10^{-22}}$   
 ㊲  $\frac{a^3}{7.8 \times 10^{-22}}$       ㊳  $7.8 a^3 \times 10^{-22}$

4 下の表に塩化ナトリウムと硝酸カリウムの溶解度 ( $\text{g}/100 \text{ g 水}$ ) を示した。塩化ナトリウムと硝酸カリウムの混合物  $300 \text{ g}$  があり、その混合率は質量比で 3 (塩化ナトリウム) : 7 (硝酸カリウム) だった。これを  $80^\circ\text{C}$  の水  $200 \text{ g}$  に加えて、十分に攪拌、溶解した後、 $80^\circ\text{C}$  を保ちながら不溶物をろ紙により除去した。その後、水溶液の温度を  $20^\circ\text{C}$  まで冷却した。ここで生じた沈殿物を再度ろ紙により分離した。二度目のろ過で得られた沈殿物中の塩化ナトリウムと硝酸カリウムの物質質量比について、下から最も近いものを選べ。

温度 ( $^\circ\text{C}$ )	0	20	40	60	80	100
塩化ナトリウム ( $\text{g}/100 \text{ g 水}$ )	35.7	35.8	36.3	37.1	38.0	39.3
硝酸カリウム ( $\text{g}/100 \text{ g 水}$ )	13.3	31.6	63.9	109	169	245

- ㉞ 1 : 7      ㉟ 1 : 9      ㊱ 1 : 13      ㊲ 1 : 19      ㊳ 1 : 27

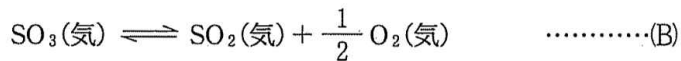
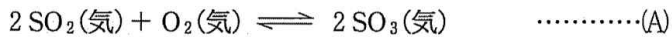
5 0.10 mol/Lのブドウ糖水溶液、  
 0.20 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液、  
 純水の3つに関して、蒸気圧曲線が図の  
 ように(ア)~(ウ)と示された。t<sub>1</sub>とt<sub>2</sub>の差は  
 0.05℃であることが分かっている。正しい  
 t<sub>3</sub>はどれか。



- ㉞ 99.8℃    ㉟ 99.9℃    ㊱ 100.0℃    ㊲ 100.1℃    ㊳ 100.2℃

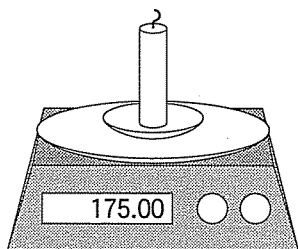
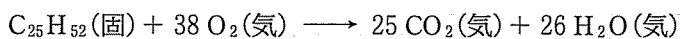
6 一定温度下で、(A)式の平衡定数が  $7.0 \times 10^{25}$  であるとき、(B)式の平衡定数はど  
 れか。最も近い値を選べ。必要に応じて次の値を用いよ。

$$\sqrt{2} = 1.4 \quad \sqrt{3} = 1.7 \quad \sqrt{5} = 2.2 \quad \sqrt{7} = 2.6$$



- ㉞  $7.0 \times 10^{25}$     ㉟  $1.2 \times 10^{-13}$     ㊱  $1.4 \times 10^{-25}$   
 ㊲  $7.0 \times 10^{-25}$     ㊳  $1.4 \times 10^{-26}$

- 7 図のような装置で、パラフィン( $C_{25}H_{52}$ , 分子量 352)を原料としたろうソクの燃焼実験を行った。表に示す実験結果が得られたとき、1.4 g の二酸化炭素が発生するのに要した時間として最も近いのはどれか。ただし、すべての燃焼反応は下式のように進行したものとする。



[表]

時間(分)	ろうソクと皿の重さ(g)
0.0	175.00
2.0	173.20

- ㉞ 10 秒      ㉟ 15 秒      ㊱ 30 秒      ㊲ 45 秒      ㊳ 1 分
- 8 問7で使用したパラフィンの燃焼熱(kJ/mol)を求めよ。ただし、 $H_2O(\text{気})$ ,  $CO_2(\text{気})$ ,  $C_{25}H_{52}(\text{固})$ の生成熱は、それぞれ 242 kJ/mol, 394 kJ/mol, 827 kJ/mol とする。

- ㉞ -16969      ㉟ 15315      ㊱ 15467      ㊲ 16142      ㊳ 16969

9 4種類の金属マグネシウム(Mg)、コバルト(Co)、パラジウム(Pd)、白金(Pt)について実験を行ったところ、次の反応が観察された。この実験結果より、2番目に強力な還元剤はどれか。

実験1	$\text{Pt}^{2+}(\text{液}) + \text{Pd}(\text{固}) \longrightarrow \text{Pt}(\text{固}) + \text{Pd}^{2+}(\text{液})$
実験2	$\text{Pd}^{2+}(\text{液}) + \text{Co}(\text{固}) \longrightarrow \text{Pd}(\text{固}) + \text{Co}^{2+}(\text{液})$
実験3	$\text{Co}^{2+}(\text{液}) + \text{Mg}(\text{固}) \longrightarrow \text{Co}(\text{固}) + \text{Mg}^{2+}(\text{液})$

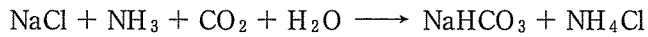
- Mg(固)                       Co(固)                       Pd(固)  
 Pt(固)                       この結果からはわからない

10 正しい記述はいくつあるか。

- ・  $\text{CuSO}_4$  水溶液の電気分解において、陽極では  $\text{H}_2\text{O}$  が酸化される。
- ・  $\text{AgNO}_3$  水溶液の電気分解によって銀めっきするとき、めっきされる対象物は電源の負極につながる。
- ・  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  の入った各水溶液の電気分解を一定電流で行うとき、0.1 mol の金属がもっとも早く析出するのは、 $\text{Ag}^+$  である。
- ・ 金属 X の溶解した水溶液を 10.0 A の電流で、2 時間電気分解したところ、陰極に X 単体が 0.25 mol 析出した。もとの水溶液中で、金属 X の状態は  $\text{X}^{3+}$  である。

- 0                       1                       2                       3                       4

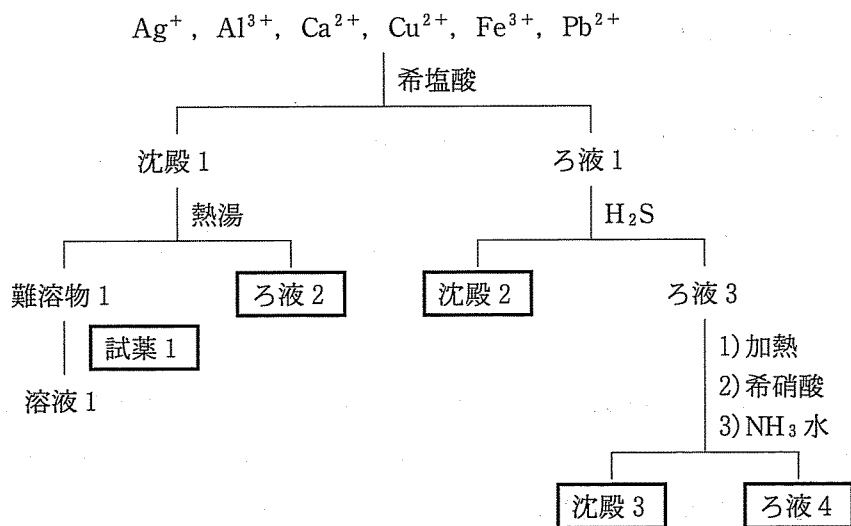
- 11 アンモニアソーダ法では以下の反応でまず炭酸水素ナトリウムをつくり、それを焼いて炭酸ナトリウムにする。200 kg の炭酸ナトリウムを製造するには何 kg の塩化ナトリウムが必要か。



- ア 55      イ 110      ウ 154      エ 184      オ 221
- 12 純酸素をオゾン発生器に通したところ、出てきた混合気の体積はもとの 96 % になった。気体の体積は同温同圧のもとで測り、混合気には酸素とオゾンしか含まれないものとする、この発生器の変換効率は何パーセントか。

- ア 2      イ 3      ウ 12      エ 18      オ 24

13  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  を含む試料溶液に以下の操作を行った。正しいのはどれか。



- A. 試薬 1 に  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を用いると難溶物 1 が溶解した。  
 B. ろ液 2 にクロム酸イオン  $\text{CrO}_4^{2-}$  を加えたところ白色の沈殿を生じた。  
 C. 沈殿 2 には  $\text{FeS}$  の沈殿が含まれる。  
 D. 沈殿 3 に  $\text{NaOH}$  水溶液を加えると全て溶けた。  
 E. ろ液 4 に  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液を加えると沈殿が生じた。

㉞ AとB    ㉟ BとC    ㊱ CとD    ㊲ DとE    ㊳ AとE

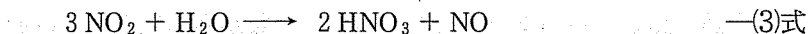
14 誤りはどれか。

- A. 板ガラスなど安価なガラスには原材料としてホウ砂が加えられる。  
 B. ガラスは不規則な構造を持つ非晶質である。  
 C. 石英ガラスは紫外線を通すため測定装置や光ファイバーなどに用いられる。  
 D. ガラスに金属化合物を入れるとガラスを着色できる。  
 E. ケイ酸に水を加えて加熱すると水ガラスになる。

㉞ AとB    ㉟ BとC    ㊱ CとD    ㊲ DとE    ㊳ AとE



15 オストワルト法について正しいのはどれか。



- A. (1)式に正しい係数を入れて合計すると19になる。
- B. 全ての反応が完全に進むと1 molのアンモニアからは最大2 molの硝酸が得られる。
- C. (3)式の二酸化窒素の窒素原子は反応が右へ進むとすべて酸化される。
- D. (1)の反応の触媒には鉄を用いる。
- E. 二酸化窒素  $\text{NO}_2$  は水に溶けやすい。

㉠ AとB    ㉡ BとC    ㉢ CとD    ㉣ DとE    ㉤ AとE

16 分子式  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  で表されるすべての構造異性体を、たがいに識別するために適した試薬はどれか。

- ㉠ 塩化鉄(III)水溶液
- ㉡ フェーリング液
- ㉢ ナトリウム
- ㉣ さらし粉水溶液
- ㉤ ニンヒドリン溶液

17 誤りはどれか。

- A. 高級脂肪酸はすべてカルボン酸である。
- B. 飽和モノカルボン酸のうち還元性を示すのはギ酸のみである。
- C. カルボン酸は炭素鎖の鎖長が短いほど、また二重結合の数が多いほど融点は低い。
- D. カルボン酸の水溶液中における酸の強さは、炭酸よりも弱くフェノールよりも強い。
- E. マレイン酸とフマル酸は加熱すると酸無水物を生じる。

- ㉗ AとB    ㉘ BとC    ㉙ CとD    ㉚ DとE    ㉛ AとE

18 以下の文を読み、問いに答えよ。

操作1：ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると、分子量123.0の化合物Aが生じた。このAにスズおよび塩酸を反応させ、それに水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物Bが生じた。Bの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると化合物Cが生じた。

操作2：ベンゼンに鉄粉を加えて塩素を通じると、分子量112.5の化合物Dが生じた。Dに高温、高圧下で水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物Eが生じた。

操作3：Cの水溶液にEの水溶液を加えると、化合物Fが生じた。

操作1～3で、93.60 gのベンゼンと37.20 gのBから、Fは最大何g得られるか。ベンゼンは操作1と操作2の一方だけに用いてもよいし両方に用いてもよい。

- ㉗ 39.60    ㉘ 79.20    ㉙ 158.4    ㉚ 197.8    ㉛ 237.4

19 エステル A は組成式  $C_3H_5O$  で表され、分子量は 200 以下である。A を加水分解すると酸 B とアルコール C が得られた。C を酸化した後、触媒を用いて水素を付加させると B が得られた。エステル A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したときに生じるアルコールとして適切なものはどれか。

- ㉠  $CH_2=CH-OH$
- ㉡  $CH_3-CH_2-CH_2-OH$
- ㉢  $CH_2=CH-CH_2-OH$
- ㉣  $CH_2=C(CH_3)-OH$
- ㉤  $CH_2=CH-CH_2-CH_2-OH$

20 3 種類の異なる脂肪酸からなる 43.0 g の油脂 A を完全にけん化するのに、水酸化カリウム 8.40 g を用いた。また、43.0 g の油脂 A に触媒を用いて水素を完全に付加させたところ、標準状態で 1.12 L の水素が付加した。生成した油脂を加水分解したところ、パルミチン酸と、もう 1 種の飽和脂肪酸 B が 1 : 2 の物質質量比で得られた。飽和脂肪酸 B の示性式はどれか。

- ㉠  $C_{11}H_{23}COOH$
- ㉡  $C_{13}H_{27}COOH$
- ㉢  $C_{15}H_{31}COOH$
- ㉣  $C_{17}H_{35}COOH$
- ㉤  $C_{19}H_{39}COOH$

21 高分子化合物について正しいのはどれか。

- A. 高密度ポリエチレンは透明でやわらかい。
- B. フェノール樹脂は付加縮合によって合成される。
- C. ポリエチレンテレフタレートは熱可塑性樹脂である。
- D. 重合度  $n$  のナイロン 66 にはアミド結合が  $n-1$  個存在する。
- E. ポリビニルアルコールをアセタール化したものは水に溶けやすい。

㉑ AとB    ㉒ BとC    ㉓ CとD    ㉔ DとE    ㉕ AとE

22  $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$  と  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2$  を縮合重合させると高分子化合物(A)が得られる。分子量  $4.8 \times 10^4$  の(A)には(B)結合がおよそ(C)個含まれる。(A)~(C)に当てはまるのはどれか。

- |                     |            |                       |
|---------------------|------------|-----------------------|
| ㉑ (A) アクリル繊維        | (B) エーテル結合 | (C) $2.5 \times 10^2$ |
| ㉒ (A) アラミド繊維        | (B) アミド結合  | (C) $5.0 \times 10^3$ |
| ㉓ (A) ポリエチレンテレフタレート | (B) エステル結合 | (C) $2.5 \times 10^2$ |
| ㉔ (A) ビニロン          | (B) エーテル結合 | (C) $2.5 \times 10^2$ |
| ㉕ (A) ポリエチレンテレフタレート | (B) エステル結合 | (C) $5.0 \times 10^2$ |

23 タンパク質について正しいものはいくつあるか。

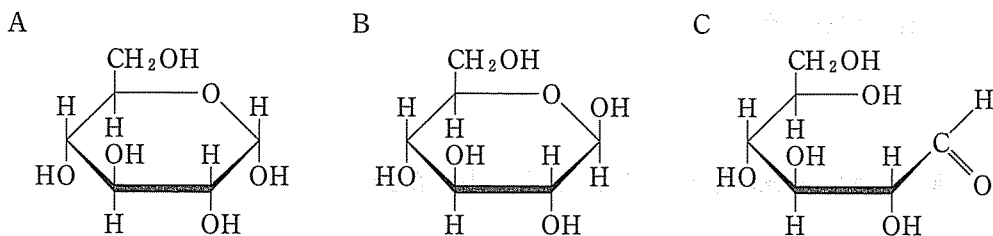
- ・構成する  $\alpha$ -アミノ酸のすべてに不斉炭素原子が存在する。
- ・卵白を加熱変性させるとタンパク質の一次構造が変化する。
- ・二次構造には水素結合が関与する。
- ・ヘモグロビンは単純タンパク質である。

㉑ 0    ㉒ 1    ㉓ 2    ㉔ 3    ㉕ 4

24 以下の高分子化合物の平均分子量がすべて等しいものとする、平均重合度が二番目に大きいものはどれか。

- ㉞ ポリスチレン
- ㉟ ポリ酢酸ビニル
- ㊱ ポリプロピレン
- ㊲ ポリアクリロニトリル
- ㊳ ポリ塩化ビニル

25 下記のグルコースの3つの構造について正しいのはどれか。



- ㉞ 水溶液中で A から B には変化しない。
- ㉟ 水溶液中で C はガラクトースに変化する。
- ㊱ A と B はヨウ素デンプン反応を示す。
- ㊲ B はグリコーゲンに含まれない。
- ㊳ 還元性を示す構造は A と B である。