

入 学 試 験 問 題 (1 次)

理 科

平成 28 年 1 月 25 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 12～22 ページ、生物 23～36 ページ、の 36 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入学志願票に記入した 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上下 2 か所、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。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Al = 27.0$, $S = 32.1$, $Cl = 35.5$, $K = 39.1$, $Mn = 55.0$, $Cu = 63.6$, $Ba = 137.3$ 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 同位体の説明として正しいものはいくつあるか。

- ・ 同素体ごとに天然存在比が異なる。
- ・ 放射性同位体の原子核は安定である。
- ・ 天然にすべての元素に存在する。
- ・ 中性子数が 0 の元素が存在する。

㉞ 0 ㉟ 1 ㊱ 2 ㊲ 3 ㊳ 4

2 つぎの分子やイオンのなかで、配位子となることができ、かつ非共有電子対の数が同じ物質の組み合わせはどれか。

A : アンモニア

B : 水

C : オキソニウムイオン

D : シアン化物イオン

E : 塩化物イオン

㉞ AとC ㉟ BとD ㊱ CとE ㊲ DとA ㊳ EとB

3 ある金属原子 A が、温度上昇にともなって体心立方格子から面心立方格子へと結晶格子を変化させた。A の充填率は何倍に変化するか。もっとも近い値を選べ。ただし A の半径は一定、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

- ㉠ 0.820 ㉡ 0.920 ㉢ 1.09 ㉣ 1.23 ㉤ 1.40

4 希薄溶液について正しいのはどれか。ただし、溶質はすべて不揮発性であるとし、水のモル沸点上昇、モル凝固点降下はそれぞれ $K_b[\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}]$ 、 $K_f[\text{K}\cdot\text{kg}/\text{mol}]$ とする。

- A. 1 mol の溶質を M kg の水に溶かした水溶液の沸点上昇度は常に $K_b \times \frac{1}{M} [\text{K}]$ である。
 B. 定温定圧下で、同じ質量の尿素とグルコースを水 100 g に溶かした溶液では、それらの凝固点は等しい。
 C. 1 mol のグルコースを水に溶かした N kg の水溶液の凝固点降下度は $K_f \times \frac{1}{N} [\text{K}]$ である。
 D. 定温定圧下で、同じ 1 mol/kg の食塩とグルコースの水溶液では、それらの浸透圧は等しい。

- ㉠ A ㉡ B ㉢ C ㉣ D ㉤ なし

5 一酸化炭素 0.40 mol と酸素 0.25 mol を 10 L の容器に入れ、27 °C にした。この混合気体を完全燃焼させたのち、ふたたび 27 °C にした時の容器内の圧力は、はじめの状態の圧力の何倍になるか。もっとも近い値を選べ。

- ㉠ 0.69 ㉡ 0.88 ㉢ 1.04 ㉣ 1.44 ㉤ 1.75

6 下記のうちイオン結合をもつものはいくつあるか。

Na_2O CuO H_2S HCl NH_4Cl

- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

7 窒素と水素からアンモニアを合成する反応が平衡状態にある時，アンモニアの生成率を高くする操作として誤りはどれか。

- ア 内容積を小さくする。
イ 温度を低くする。
ウ 触媒を加える。
エ 水素を加える。
オ アンモニアを取り除く。

8 メタンとエタンの混合気体がある。この混合気体の平均分子量は24.4であった。この混合気体を完全燃焼して得られる二酸化炭素と水のモル比を選べ。

- ア 4 : 13 イ 6 : 11 ウ 7 : 13 エ 11 : 6 オ 8 : 13

9 A～E は、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Zn^{2+} のいずれかの金属イオンである。次の3つの文章を読み、㉖～㉙の中で正しいものを選べ。

- 1 A、B、Eの水溶液に希塩酸を加えると、Aは白色の沈殿を生じたが、BとEは変化がなかった。
- 2 BとEの水溶液に過剰量のアンモニア水を加えると、Bのみが白色のゼリー状沈殿を生じた。
- 3 C、D、Eの水溶液に過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、CとDがそれぞれ青白色沈殿、赤褐色沈殿を生じたのに対し、Eは変化がなかった。

- ㉖ Aの水溶液にクロム酸カリウムを加えると赤褐色の沈殿が生ずる。
㉗ Bの水溶液にアンモニア水を加えて生じた沈殿は塩酸水溶液に不溶性である。
㉘ Cの水溶液に硫化水素を加えると白色沈殿を生ずる。
㉙ Dの水溶液に $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を加えると濃青色沈殿を生ずる。
㉚ Eの水溶液に塩基性条件下で硫化水素を加えると赤色沈殿を生ずる。

10 硫酸銅(Ⅱ)水溶液と硫酸を電解槽に入れた後、陽極にアルミニウム板、陰極に銅板を用いて直流電流を流した。その後、アルミニウム板と銅板を回収し、質量を測定したところ、銅板は3.80 g 質量が増加していた。アルミニウム板の質量変化で正しいものを選べ。

- ㉛ 1.62 g 増加していた。
㉜ 2.42 g 減少していた。
㉝ 1.62 g 減少していた。
㉞ 1.08 g 減少していた。
㉟ 変化はなかった。

11 次に示す3種類の気体A, B, Cの標準状態における密度(g/L)の大きさの比較として正しいものを選び。

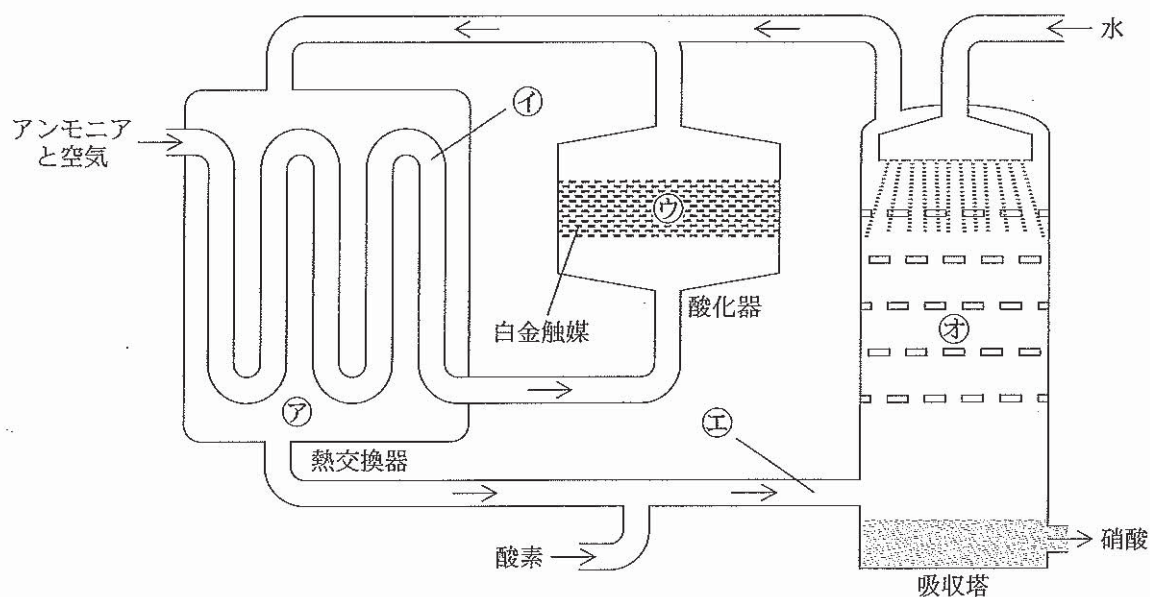
- A. さらし粉に塩酸を加えたときに発生する気体
 B. ギ酸を濃硫酸で脱水させたときに発生する気体
 C. 硫化鉄(II)に希硫酸を加えたときに発生する気体

- ㉞ A > B > C ㉟ A > C > B ㊱ B > C > A
 ㊲ B > A > C ㊳ C > A > B

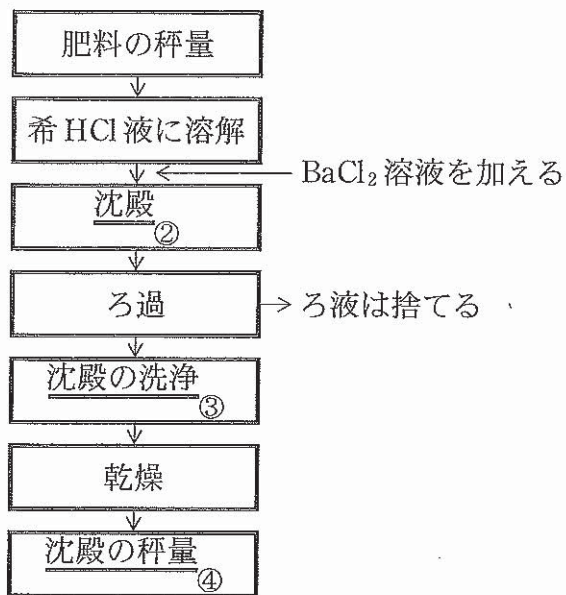
12 沸点の大きさに関して正しいものはどれか。

- ㉞ エタン < エテン < エタノール
 ㉟ エタン < メタノール < エタノール
 ㊱ エタン < ジメチルエーテル < エテン
 ㊲ メタノール < 1,2-エタンジオール < エタノール
 ㊳ エタノール < ジメチルエーテル < 1,2-エタンジオール

13 図は硝酸の工業的製造法を示す。窒素の酸化数の変化が最も大きいのはどこか。



- 14 肥料には、硫黄を補う目的^①で硫酸カリウムや硫酸アンモニウムなど硫酸塩を含むものがある。ある肥料 2.88 g に含まれる硫酸イオンの定量を次の方法で行った。下線部に関する記述で正しいのはいくつあるか。



- ① 硫黄は、植物に取り込まれ、タンパク質の分子間・分子内結合を形成する。
 ② 沈殿の色は白色である。
 ③ 洗浄は水より BaCl₂ 溶液で行うほうがよい。
 ④ 沈殿物の重量が 2.33 g であった。途中損失がないとすると、肥料中の硫酸イオンの重量パーセント濃度は約 33.3 % である。

ア 0 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4

15 土器，磁器，陶器について，正しい記述はいくつあるか。

- ・ 吸水性が最もよいのは土器である。
- ・ 焼成温度が最も高いのは陶器である。
- ・ 磁器の原料には長石が使われる。
- ・ 強度が最も優れているのは磁器である。

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

16 遷移元素を含む触媒を利用するものはいくつあるか。

- ・ 接触法
- ・ ハーバー法
- ・ アンモニアソーダ法
- ・ ベンゼンのニトロ化

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

17 室温で金属が溶ける反応はいくつあるか。

- ・ マグネシウムと水
- ・ カリウムと水
- ・ 鉄と濃硝酸
- ・ 銀と濃硝酸

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

18 化合物(I)は炭素, 水素, 酸素からなる分子量 100 未満のヒドロキシ酸で元素分析値は, C: 40.0 %, H: 6.67 % である。また, (I)を酸化するとケト酸(II)が得られる。正しいのはどれか。

- A. (I)はヨードホルム反応が陰性で, (II)は陽性である。
- B. (I)は縮合重合して合成樹脂をつくることができる。
- C. (II)の分子量は 88 である。
- D. 45 g の(I)を完全燃焼させると 30 g の H_2O が生じる。
- E. (I)は不斉炭素を持たない。

㉠ AとB ㉡ BとC ㉢ CとD ㉣ DとE ㉤ EとA

19 ヨウ素価が 57.3 である分子式 $\text{C}_{57}\text{H}_{106}\text{O}_6$ (分子量 886) のトリグリセリドの可能な構造は何種あるか。ただし光学異性体も区別するものとし, 含まれる可能性のある脂肪酸は以下のとおりで, 二重結合は全てシス形であるものとする。ヨウ素の原子量は 127 とする。

ステアリン酸 (分子量 284 分子式 $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$)

オレイン酸 (分子量 282 分子式 $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$)

リノール酸 (分子量 280 分子式 $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$)

㉠ 4 ㉡ 5 ㉢ 6 ㉣ 7 ㉤ 8

20 平均分子量 4.4×10^4 のポリビニルアルコールをホルムアルデヒド水溶液で処理してビニロンを得た。ポリビニルアルコール中のヒドロキシ基の 50 % がホルムアルデヒドと反応したとするとビニロンの平均分子量はいくらか。

- ㉠ 4.6×10^4 ㉡ 4.7×10^4 ㉢ 4.8×10^4
- ㉣ 4.9×10^4 ㉤ 5.0×10^4

21 次の(A)~(E)の空欄に入る正しい組合せはどれか。

酵素名	基 質	生成物
マルターゼ	(A)	ブドウ糖
(B)	セルロース	セロビオース
プロテアーゼ(ペプシン)	タンパク質	(C)
(D)	油 脂	脂肪酸, モノグリセリド
カタラーゼ	(E)	酸素, 水

- ア (A) デンプン (B) セルラーゼ (C) アミノ酸
 (D) リパーゼ (E) ブドウ糖
 イ (A) ショ糖 (B) セロビアーゼ (C) ペプチド + アミノ酸
 (D) スクララーゼ (E) 過酸化水素
 ウ (A) ショ糖 (B) セルラーゼ (C) ヌクレオチド
 (D) リパーゼ (E) アセトアルデヒド
 エ (A) 麦芽糖 (B) セルラーゼ (C) ペプチド + アミノ酸
 (D) リパーゼ (E) 過酸化水素
 オ (A) 麦芽糖 (B) セロビアーゼ (C) アミノ酸
 (D) トリプシン (E) アミノ酸

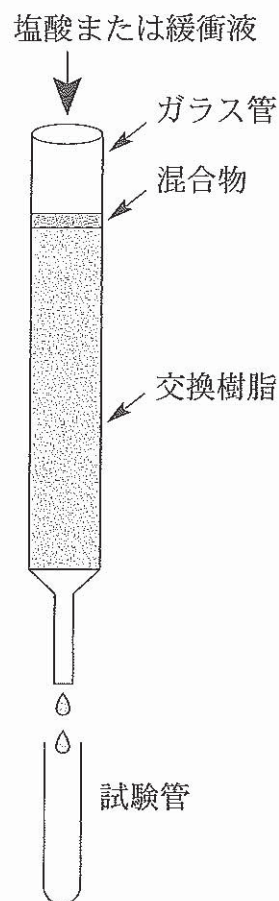
22 アミノ酸 A(分子量 117)とアミノ酸 B(分子量 131)から構成される, 分子量 10,548 の直鎖状のポリペプチド C がある。C を構成する A と B の分子数の和が 100 のとき, A と B のモル単位の構成比(A : B)はどれか。最も近い値を選べ。

- ア 28 : 72 イ 54 : 46 ウ 55 : 45 エ 56 : 44 オ 57 : 43

23 グルタミン酸、リシン、グリシンの混合物からそれぞれのアミノ酸を分離したい。そこで陽イオン交換樹脂を用いて次の(1)から(4)の操作を行った。

- (1) イオン交換樹脂を図のようにガラス管に詰めて pH 2 の塩酸を十分流し樹脂を洗浄した。
- (2) pH 2 の塩酸に溶かしたアミノ酸混合液をガラス管上部から加えて全てのアミノ酸を交換樹脂に吸着させた。
- (3) 交換樹脂の上部から順に、pH 2 の塩酸から始めて pH を 3, 4, 6, 9 と段階的に上げた緩衝液を流した。
- (4) ガラス管下部から流れる溶液は、最初から一定量ずつ試験管を換えながら取り、溶出されたアミノ酸の種類を調べた。

溶出されるアミノ酸の順はどのようになるか。



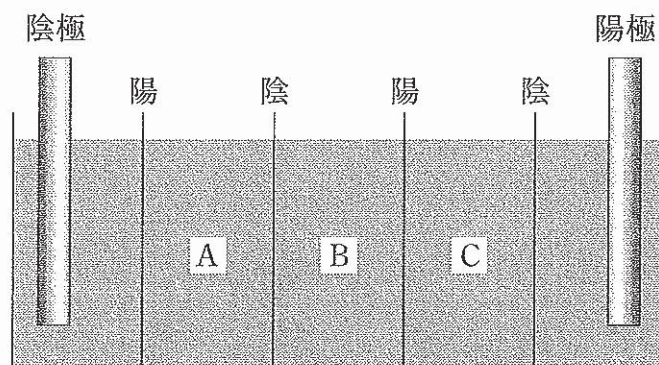
- ㊦ グリシン→リシン→グルタミン酸
- ㊧ グルタミン酸→リシン→グリシン
- ㊨ グルタミン酸→グリシン→リシン
- ㊩ リシン→グルタミン酸→グリシン
- ㊪ リシン→グリシン→グルタミン酸

24 正しいのはどれか。

- A. ラテックスに石灰水を加えて凝固させ、乾燥すると天然ゴムが得られる。
- B. 天然ゴムを乾留して生じるイソプレンには二重結合が一つある。
- C. クロロプレンを縮合重合させるとクロロプレンゴムが得られる。
- D. シリコーンゴムはブタジエン骨格を持たない。

- ㊦ A ㊧ B ㊨ C ㊩ D ㊪ なし

- 25 図のように、海水が入った槽を陽イオン交換膜(陽)と陰イオン交換膜(陰)で区切り、直流電流を流した。海水が最も濃縮される区画はどこか。



- ㉞ A ㉟ B ㊱ C ㊲ AとC ㊳ BとC