

# 理 科

物 理： 1 ～ 8 ページ

化 学： 9 ～ 18 ページ

生 物： 19 ～ 27 ページ

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ません。
2. 解答時間は2科目で120分間です。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから2科目を選び、選択した科目の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は物理（緑色）、化学（茶色）、生物（青色）です。
4. 解答用紙の記入にあたっては、解答用紙の注意事項を参照し、HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5. 受験番号、氏名、フリガナを物理、化学、生物すべての解答用紙に記入しなさい。受験番号は記入例を参照にして、正しくマークしなさい。
6. 解答用紙に選択しない科目を正しくマークしなさい。
7. マークの訂正には、消しゴムを用い、消しきらずに丁寧に取り除きなさい。
8. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9. 試験終了後、物理、化学、生物すべての解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。
10. 解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

## 解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受 験 番 号				
	万	千	百	十	一
	1	2	3	4	5
0		①	①	①	①
1	●	①	①	①	①
2	②	●	②	②	②
3	③	③	●	③	③
4	④	④	④	●	④
5	⑤	⑤	⑤	⑤	●
6	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
7	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
8		⑧	⑧	⑧	⑧
9		⑨	⑨	⑨	⑨

物理を選択しないで、解答する場合

非選択科目マーク欄	
( 物理を選択しない 場合のみマーク してください。 )	➡ ●

# 化 学

次の  ～  の解答として最も適当なものを、それぞれの解答群の中から1つ選び、解答欄にマークしなさい。必要ならば、原子量は以下の値を用いなさい。

$$H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cu = 63.5$$

また、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4$  [C/mol] とする。

1 次の問1と問2に答えなさい。

問1 中性子の数10、電子の数8の原子は、 である。

<  の解答群 >

- ①  $^{19}\text{F}$       ②  $^{15}\text{N}$       ③  $^{23}\text{Na}$       ④  $^{18}\text{O}$   
⑤  $^{31}\text{P}$       ⑥  $^{32}\text{S}$       ⑦  $^{40}\text{Ar}$

問2 設問AとBのア、イ、ウの正しい答えの組み合わせは、 である。

設問A 水素化物イオン ( $\text{H}^-$ ) の電子数はアである。

設問B  $^{13}\text{C}$  原子の中性子数はイ、陽子数はウである。

<  の解答群 >

	ア	イ	ウ
①	1	5	8
②	1	6	7
③	1	7	6
④	2	5	8
⑤	2	6	7
⑥	2	7	6
⑦	4	5	8
⑧	4	6	7
⑨	4	7	6

- 2 ステアリン酸(分子量284) 0.030 g をシクロヘキサンに溶解して 100 mL の溶液を作り、その溶液0.050 mLを清浄な水面に滴下した。シクロヘキサンは蒸発し、面積  $68 \text{ cm}^2$  のステアリン酸の単分子膜ができた。アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  として水面上でステアリン酸1分子が占める面積を求めると約 3  $\text{cm}^2$  である。

<解答群>

- ①  $2.1 \times 10^{-14}$                       ②  $2.1 \times 10^{-15}$                       ③  $2.1 \times 10^{-16}$   
 ④  $2.1 \times 10^{-17}$                       ⑤  $2.1 \times 10^{-18}$

- 3 次の化学物質の結合の説明として誤りを含むのは、4 である。

<解答群>

- ① NaCl の固体はイオン結合でできている。  
 ②  $\text{CO}_2$  は二重結合だけからできている。  
 ③ アンモニウムイオンは配位結合を含む。  
 ④ 窒素 ( $\text{N}_2$ ) は三重結合をもつ。  
 ⑤ アセチレンは三重結合をもつ。  
 ⑥ DNA の二重らせん構造は水素結合をしている。  
 ⑦ パルミチン酸は炭素-炭素間に二重結合をもつ。

- 4 塩素の発生法と捕集法の説明として正しいのは、5 である。

<解答群>

- ① さらし粉に塩酸を加える。下方置換で捕集する。  
 ② 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。上方置換で捕集する。  
 ③ マグネシウムに塩酸を加える。下方置換で捕集する。  
 ④ 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する。下方置換で捕集する。  
 ⑤ 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。上方置換で捕集する。

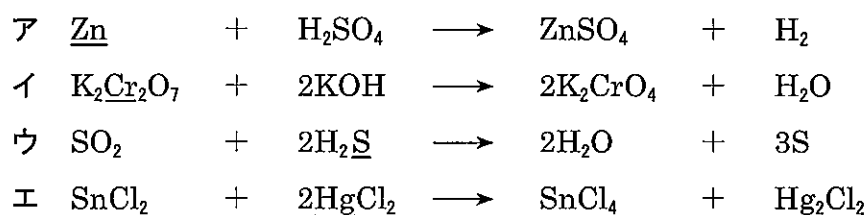
5 次の記述について正誤の組み合わせとして正しいのは、6である。

- ア NaCl 結晶の単位格子において、1つの $\text{Na}^+$ に最も近い距離にある $\text{Cl}^-$ は4個存在する。
- イ NaCl 結晶の単位格子に含まれる $\text{Na}^+$ は4個存在する。
- ウ イオン結晶の内部には電荷を持ったイオンが存在するので、電気伝導性がある。
- エ LiはCと比べてイオン化エネルギーが小さい。
- オ 2族元素の単体はアルカリ金属元素の単体と比べて融点が高い。

<解答群>

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	正	正	正	誤	正
②	正	誤	正	誤	誤
③	正	誤	誤	正	誤
④	正	誤	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	正	誤
⑥	誤	正	誤	正	正
⑦	誤	正	誤	正	誤
⑧	誤	誤	正	誤	誤

6 次の下線をつけた原子が酸化される反応式をすべて含むのは、7である。



<解答群>

- ① ア            ② イ            ③ ウ            ④ エ            ⑤ アとイ
- ⑥ アとウ       ⑦ アとエ       ⑧ イとウ       ⑨ イとエ       ⑩ ウとエ

7 水素と一酸化炭素の混合気体 80 mL に酸素 100 mL を加えて完全燃焼させたところ、反応後に気体の体積は 90 mL となった。ただし、気体の体積はすべて標準状態で測定した。

反応前の混合気体中には、水素と一酸化炭素がそれぞれ何 mL 含まれていたか。正しい答えの組み合わせは、 である。

<解答群>

	水素 [mL]	一酸化炭素 [mL]
①	20	60
②	30	50
③	40	40
④	50	30
⑤	60	20

8 エチレンとエタンの生成熱は、それぞれ  $-52.2 \text{ kJ/mol}$  と  $84.0 \text{ kJ/mol}$  である。エチレンに水素を付加してエタンを生成する反応の反応熱は、  $\text{kJ/mol}$  である。

<解答群>

- ①  $-136.2$                       ②  $-68.1$                       ③  $-38.1$   
 ④  $31.8$                           ⑤  $68.1$                           ⑥  $136.2$

9 電池に関する説明として誤りを含むのは、 である。

<解答群>

- ① 二次電池は、繰り返し充放電ができる電池のことである。  
 ② 鉛蓄電池は負極に鉛、正極に酸化鉛(IV)を電極として使用している。  
 ③ リチウムイオン電池とニッケル・水素電池は一次電池である。  
 ④ ダニエル電池の構成は、 $(-) \text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \text{ aq} \mid \text{CuSO}_4 \text{ aq} \mid \text{Cu} (+)$  で表される。  
 ⑤ 代表的な燃料電池には負極の活物質に水素、正極の活物質に酸素、電解質溶液にリン酸水溶液を用いたものがある。

10 次の問1と問2に答えなさい。

問1 白金(Pt)板を陰極と陽極に用いて、直流電流を0.50 A、1.0時間流して硫酸銅(II)水溶液を電気分解した。このとき、陰極に析出する銅の質量は、  
 gである。

<解答群>

- ① 0.031      ② 0.099      ③ 0.31      ④ 0.40      ⑤ 0.59      ⑥ 1.2

問2 このとき、陽極で発生する気体の体積は、標準状態で約  Lである。

<解答群>

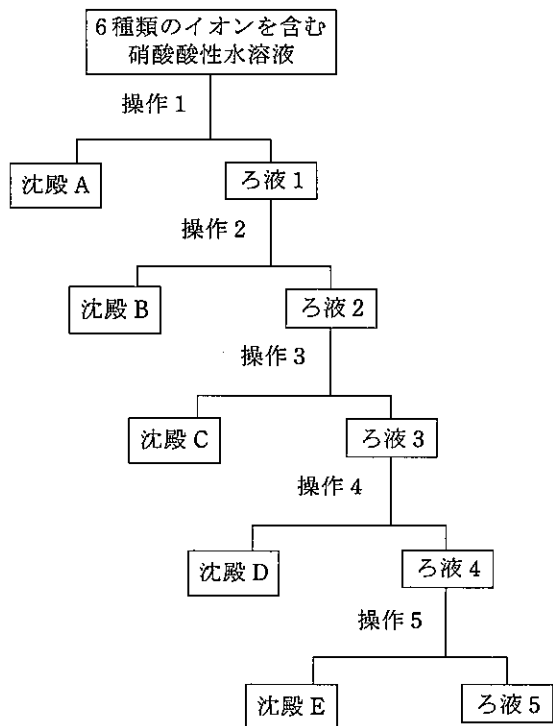
- ① 0.11      ② 0.21      ③ 0.42      ④ 0.46      ⑤ 0.84      ⑥ 1.7

11 次の表の物質の保存法とその理由の説明として誤りを含むのは、、である。ただし、解答の順序は問わない。

< 、の解答群 >

	物質	保存法	理由
①	ナトリウム	石油中に保存する	空気中の酸素と反応して水酸化ナトリウムになるから
②	黄リン	水中に保存する	空気中の酸素と反応して発火するから
③	過酸化水素水	小穴をあけた容器に保存する	分解して水素を発生するから
④	フッ化水素酸	ポリエチレンの容器に保存する	ガラスと反応するから
⑤	硝酸	褐色ビンに保存する	光と反応して着色するから

12  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$  の 6 種類のイオンを含む硝酸酸性水溶液から下記の操作 1～操作 5 により各イオンを沈殿させて分離した。沈殿 B により **15**，沈殿 C により **16**，沈殿 D により **17**，沈殿 E により **18** が確認された。



操作 1：希塩酸を加える。

操作 2：ろ液 1 に硫化水素を十分に吹き込む。

操作 3：ろ液 2 を煮沸してから希硝酸を加え，冷えてから過剰のアンモニア水を加える。

操作 4：ろ液 3 に硫化水素を十分に吹き込む。

操作 5：ろ液 4 に炭酸アンモニウム水溶液を加える。

< **15** ~ **18** の解答群 >

- ①  $\text{Na}^+$     ②  $\text{Ca}^{2+}$     ③  $\text{Fe}^{3+}$     ④  $\text{Cu}^{2+}$     ⑤  $\text{Zn}^{2+}$     ⑥  $\text{Ag}^+$

13 ある一定の条件下で次の可逆反応が化学平衡状態にあるとき，化合物 A，B，C の濃度は等しくなった。この状態でさらに化合物 A を加え，再び平衡に達したとき，化合物 A の濃度はもとの 2.0 倍であった。このとき化合物 C の濃度はもとの **19** 倍になる。



<解答群>

- ① 3    ② 2    ③  $\frac{5}{3}$     ④  $\frac{5}{4}$     ⑤  $\frac{4}{3}$     ⑥  $\frac{1}{2}$     ⑦  $\frac{1}{3}$

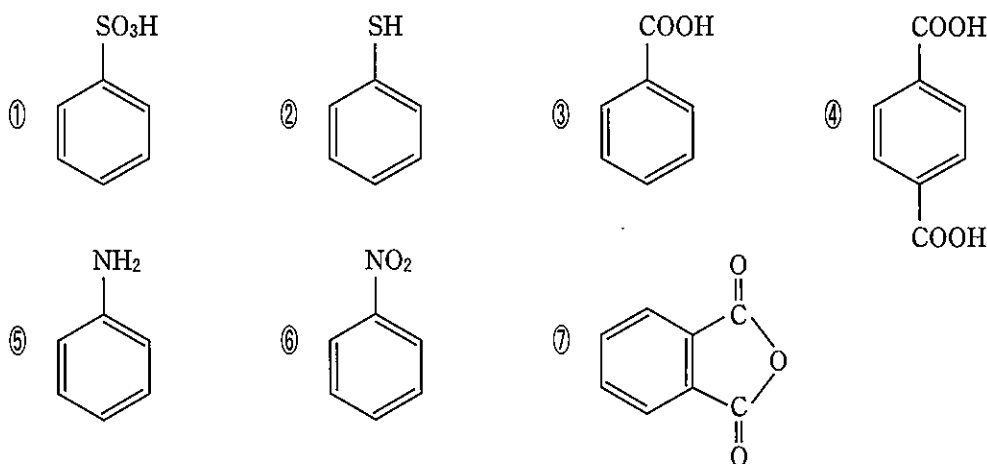
14 次の操作を行ったときに生成する化合物はなにか。

操作1 ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると 20 ができる。

操作2 ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて約60℃に加熱すると 21 ができる。

操作3 フタル酸を加熱すると 22 ができる。

< 20 ~ 22 の解答群 >



15 合成樹脂の説明として誤りを含むのは、23 である。

<解答群>

- ① ポリエチレンはエチレンを付加重合させて作る。
- ② ポリスチレンはスチレンを縮合重合させて作る。
- ③ 尿素樹脂(ユリア樹脂)は尿素にホルムアルデヒドを加え、加熱した溶液に濃硫酸を加え縮合重合させて作る。
- ④ メタクリル樹脂はメタクリル酸メチル  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3$  を付加重合させて作る。
- ⑤ メラミン樹脂はメラミン  $\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3$  とホルムアルデヒドを縮合重合させて作る。

16 次の問1と問2に答えなさい。

問1 アルコールの性質で誤りを含むのは、24である。

<解答群>

- ① 第1級アルコールを酸化するとカルボン酸になる。
- ② 第2級アルコールを酸化するとケトンになる。
- ③ 第3級アルコールを酸化するとアルデヒドになる。
- ④ ブタノールとジエチルエーテルは互いに構造異性体である。
- ⑤ 水を20～30%含むエタノール溶液は、消毒薬として利用されている。

問2 エタノールに次の操作を行ったとき起こる変化をア～クより選んだ組み合わせの中で正しいのは、25である。

操作1 ナトリウムを入れた。

操作2 過マンガン酸カリウムと硫酸少量を加えて加熱した。

操作3 フェーリング溶液を加えて加熱した。

操作4 濃硫酸を少量加えて約170℃に加熱した。

- ア 酸素を生じた。
- イ 水素を生じた。
- ウ エチレンを生じた。
- エ エーテルを生じた。
- オ 赤色沈殿を生じた。
- カ 黄色沈殿を生じた。
- キ 赤紫色が消えた。
- ク 化学変化は起こらなかった。

<解答群>

	操作1	操作2	操作3	操作4
①	ア	ク	オ	エ
②	ア	キ	ク	ウ
③	ア	カ	オ	エ
④	イ	キ	ク	ウ
⑤	イ	オ	カ	エ
⑥	イ	ア	カ	ウ

17 次の記述に関連して、問1と問2に答えなさい。

分子式  $C_9H_9O_3N$  で示される化合物Aを水酸化ナトリウム溶液中で加熱して加水分解し、中性溶液にして分離すると、化合物Bおよび化合物Cが得られた。化合物Bはニンヒドリン反応で紫色に呈色し、タンパク質の構成成分として生物界に広く存在する物質である。化合物Bの7.50 mgを完全燃焼すると、二酸化炭素が8.80 mg、水が4.50 mgそれぞれ得られた。

一方、化合物Cはベンゼン環をもち、塩基性の溶液に溶解するとエーテルによる抽出ができなかったが酸性の溶液に溶解するとエーテルで抽出できた。このエーテル溶液からエーテルを気化させて得られた固体の一部をとり、炭酸水素ナトリウム溶液に入れると気体が発生した。

問1 化合物Bの分子式は、 $C_{\boxed{26}}H_{\boxed{27}}O_{\boxed{28}}N$ である。ただし、同じ記号を何度選んでもよい。

<  $\boxed{26}$  ~  $\boxed{28}$  の解答群 >

- |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 |
| ⑤ 5 | ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 |

問2 上記とは異なる方法で化合物Cを生成できるのは、 $\boxed{29}$ である。

<解答群>

- ① ベンゼンにプロピレン(プロペン)を触媒存在下で反応させ、さらに酸素と反応させる。
- ② トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化し、酸性にする。
- ③ サリチル酸メチルを水酸化ナトリウムで加水分解し、さらに塩酸と反応させる。
- ④ ベンゼンスルホン酸に水酸化ナトリウムを加えてアルカリ融解し、得られたナトリウムフェノキシドを二酸化炭素と反応させる。
- ⑤ フェノールを無水酢酸でアセチル化する。
- ⑥ ベンズアルデヒドを還元する。
- ⑦ ニトロベンゼンをスズ存在下に塩酸で還元し、生じた化合物に水酸化ナトリウムを加える。

18 6個のアミノ酸A, B, C, D, E, Fからなるヘキサペプチドのアミノ酸の結合順序を次の実験結果から決定した。その結合順序はA-B-C-D-E-Fであった。ただし、ヘキサペプチド中のAにはアミノ基(-NH<sub>2</sub>)があり、Fにはカルボキシル基(-COOH)がある。Aは  , Bは  , Cは  , Dは  , Eは  , Fは  である。ただし、同じ記号を何度選んでもよい。

結果1 ヘキサペプチドを構成するアミノ酸の種類を調べると5種類のアミノ酸が含まれていた。

結果2 ヘキサペプチドを還元して酵素処理をするとA-B-C-DのペプチドとE-Fのペプチドを得た。Dは塩基性アミノ酸であった。

結果3 E-FのFはA-B-C-Dとジスルフィド(S-S)結合を形成していた。

結果4 Aは光学異性体のないアミノ酸であった。

結果5 AとBを酸加水分解して除去した残りのペプチド(C-D-E-F)を濃硝酸中で加熱すると黄色の呈色が観察された。冷却後アンモニア水を加えてアルカリ性にすると、反応液は橙黄色になった。

結果6 Eは酸性アミノ酸であった。

<  ~  の解答群 >

- |            |         |         |
|------------|---------|---------|
| ① アラニン     | ② グリシン  | ③ グルタミン |
| ④ グルタミン酸   | ⑤ システイン | ⑥ セリン   |
| ⑦ フェニルアラニン | ⑧ リシン   |         |