

## 化 学

## 注 意

1. 問題は全部で10ページである。
2. 解答用紙に氏名を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に記入すること。
4. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
5. 解答用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

## マーク・シート記入上の注意

1. HBの黒鉛筆またはシャープペンシルを用いて記入すること。
2. 解答用紙にあらかじめプリントされた受験番号を確認すること。
3. 解答する記号の○を塗りつぶしなさい。○で囲んだり×をつけたりしてはいけない。

解答記入例(解答が1のとき)

1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
---	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

4. 一度記入したマークを消す場合は、消しゴムでよく消すこと。×をつけても消したことになる。
5. 解答用紙をよごしたり、折り曲げたりしないこと。

<余 白>

<余 白>

次の **I** ~ **III** の答を解答用マーク・シートの指定された欄にマークせよ。必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1 C 12 N 14 O 16 S 32

**I** 次の問 1、問 2 に答えよ。

問 1 以下の文を読み、設問(1)と(2)に答えよ。

ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱したところ、**1**が生じた。**1**を水酸化ナトリウム水溶液と反応させたのち高温でアルカリ融解させたところ、**2**が得られた。**2**を高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させたところ A が生じた。A に希硫酸を作用させて生じた B に、メタノールと少量の濃硫酸を加えて反応させたところ、消炎鎮痛塗布剤の成分である C が得られた。一方、触媒を用いてベンゼンとプロペンから **3** を合成し、これを酸素で酸化して希硫酸で分解したところ、**4** と D が生じた。

(1) **1** ~ **4** にそれぞれあてはまる最も適切なものを語群から一つ選べ。

語群

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| ① フェノール          | ② アニリン      |
| ③ ニトロベンゼン        | ④ ベンゼンスルホン酸 |
| ⑤ ベンゼンスルホン酸ナトリウム | ⑥ クメン       |
| ⑦ サリチル酸          | ⑧ サリチル酸メチル  |
| ⑨ ナトリウムフェノキシド    | ⑩ アセトアニリド   |

(2) A～Cのうち、塩化鉄(Ⅲ)水溶液によって赤紫色を呈するものを全て選び、その組み合わせとして最も適切なものを一つ選べ。 [5]

- ① A                      ② B                      ③ C                      ④ AとB  
⑤ AとC                    ⑥ BとC                    ⑦ AとBとC

問 2 以下の文を読み、設問(1)～(7)に答えよ。

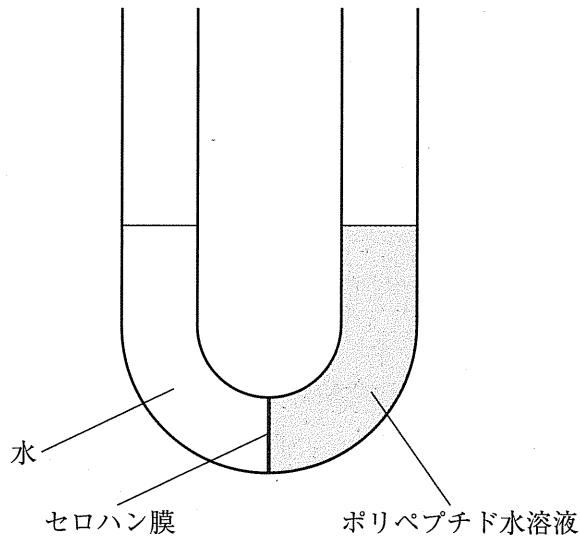
アミノ酸の水溶液は、陽イオン、陰イオン、双性イオンが平衡状態にあり、全体として電荷の総和が0になったときのpHを [6] と呼ぶ。アラニン、グルタミン酸、リシンの混合水溶液をpH 6.0の緩衝液で湿らせたろ紙の中心につけ、直流電圧をかけた。このとき、アラニンは [7]、グルタミン酸は [8]、リシンは [9]。天然のタンパク質を構成するグリシンを除く $\alpha$ -アミノ酸の光学異性体は [10]。タンパク質は数十個以上の $\alpha$ -アミノ酸が脱水縮合し、ペプチド結合で連なった高分子化合物である。卵白アルブミンの水溶液に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えたところ、黒色沈殿が生じた。黒色沈殿が生じた理由は、アルブミンに [11] がアミノ酸として含まれていたためである。

図のようにU字管の中央部をセロハン膜で仕切り、右側にはポリペプチド水溶液を、左側には水を入れて液面の高さを左右で一致させた。十分長い時間放置したのち液面を観察したところ、 [12]。次に、U字管の右側と左側にポリペプチドをアミノ酸にまで完全に分解する酵素を等量加え、十分長い時間反応させたところ、液面の高さは左右で一致した。この酵素を除去し、U字管の右側の反応液を別の容器に移した。はじめに用いたポリペプチド水溶液とこの反応液との両方に水酸化ナトリウム水溶液と少量の硫酸銅<sup>(a)</sup>(Ⅱ)水溶液を加えたところ、ポリペプチド水溶液は赤紫色に変化した<sup>(a)</sup>が、この反応液は無色のままだった。

以下にアラニン、グルタミン酸、リシンの側鎖の構造式を示す。

アラニン  $\text{CH}_3-$ 、グルタミン酸  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-$ 、

リシン  $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-$



- (1) **6** に当てはまる最も適切な語句を①～⑤から一つ選べ。
- ① 平衡点                      ② 等量点                      ③ 等電点  
 ④ 等イオン点                  ⑤ 三重点
- (2) **7** ～ **9** に当てはまる最も適切な文を①～③から一つ選べ。
- ① 陽極側に移動する                      ② 陰極側に移動する  
 ③ どちら側にも移動しない
- (3) **10** に当てはまる最も適切な文を①～③から一つ選べ。
- ① ほとんどD体である                      ② ほとんどL体である  
 ③ D体とL体を等量含む
- (4) **11** に当てはまる最も適切な語句を①～⑤から一つ選べ。
- ① グリシン                      ② アラニン                      ③ グルタミン酸  
 ④ チロシン                      ⑤ システイン
- (5) **12** に当てはまる最も適切な文を①～③から一つ選べ。
- ① 右側の液面が高くなった                      ② 左側の液面が高くなった  
 ③ 液面の高さは変わらなかった

(6) 下線部(a)の反応を表す最も適切な語句を①～④から一つ選べ。 13

- ① ニンヒドリン反応                      ② 銀鏡反応  
③ ビウレット反応                        ④ キサントプロテイン反応

(7) 30個の単一 $\alpha$ -アミノ酸のみで構成された直鎖状のポリペプチドについて、その分子量を測定したところ 3948 だった。この $\alpha$ -アミノ酸の構造式として最も適切なものを①～⑤から一つ選べ。 14

- ①  $\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$                       ②  $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$   
③  $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$     ④  $\text{CH}_3-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$   
⑤  $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

II 次の問1, 問2に答えよ。

問1 以下の文を読み, 設問(1)~(4)に答えよ。

硫黄は空気中で青い炎を上げて燃焼し, 化合物Aを生じた。得られた化合物Aを酸化バナジウム(V)を触媒として酸素と反応させ, 化合物Bを得た。続いて, 化合物Bを水と反応させて硫酸を得た。得られた硫酸を水に加えて希硫酸を作製し, 硫化鉄(II)に加えたところ, 気体Cが発生した。

(1) 化合物Aについて書かれた下の記述ア~オの中から, 正しい記述のみをすべて選んだ組み合わせを①~⑩から一つ選べ。 15

ア 化合物Aは黄鉄鉱(主成分  $\text{FeS}_2$ )を燃焼させて得ることもできる。

イ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると化合物Aは発生する。

ウ 硫化水素に対して化合物Aは還元剤としてはたらく。

エ 化合物Aはヨウ素と反応して硫黄の単体を生じる。

オ 化合物Aは漂白剤の原料に用いられる。

- ① ア, ウ                      ② イ, オ                      ③ ア, イ, エ  
④ ア, イ, オ                  ⑤ イ, ウ, エ                  ⑥ イ, エ, オ  
⑦ ウ, エ, オ                  ⑧ ア, イ, エ, オ              ⑨ ア, ウ, エ, オ  
⑩ イ, ウ, エ, オ

(2) 化合物Bとして最も適切な化合物を①~⑤から一つ選べ。 16

- ①  $\text{SO}_2$               ②  $\text{SO}_3$               ③  $\text{H}_2\text{S}$               ④  $\text{H}_2\text{SO}_3$               ⑤  $\text{S}_8$

(3) 以下の文中の 17 ~ 19 にあてはまる最も適切な数値を, 同じ番号の解答欄にマークせよ。

上記の製造方法に従って硫黄 192 g を全て硫酸に変換し, 質量パーセント濃度 49 % の硫酸を得た。

得られた 49 % 硫酸の質量(g)を有効数字2桁で求めると

17 . 18  $\times 10^{\text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">19}}$  g であった。



(4) 以下の金属イオンの中で、中性条件で気体Cを通じると白色沈殿が生じるものを①～⑨から一つ選べ。 20

- ①  $\text{Cu}^{2+}$       ②  $\text{Ag}^+$       ③  $\text{Pb}^{2+}$       ④  $\text{Mn}^{2+}$       ⑤  $\text{Zn}^{2+}$   
⑥  $\text{Fe}^{2+}$       ⑦  $\text{Na}^+$       ⑧  $\text{Ca}^{2+}$       ⑨  $\text{Al}^{3+}$

問 2 以下の( )に入る最も適切な語句をそれぞれ①～③から一つ選べ。

(1) イオン化傾向が大きい金属は、イオン化傾向が小さい金属と比較して( )。 21

- ① 酸化されやすい      ② 還元されやすい  
③ 酸化されやすさは変わらない

(2) 電池で2種類の金属を電極として用いた場合、イオン化傾向が大きい方の金属は( )。 22

- ① 正極となる      ② 負極となる  
③ 正極にも負極にもなる

(3) 鉄のイオン化傾向は水素と比較すると( )。 23

- ① 大きい      ② 小さい      ③ 同じである

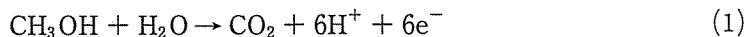
(4) ナトリウムやカルシウムの単体は一般的に( )。 24

- ① 酸化剤としてはたらく      ② 還元剤としてはたらく  
③ 酸化剤としても還元剤としてもはたらかない

III 以下の文を読み、設問(1)~(7)に答えよ。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

酸化数は、原子やイオンが酸化または還元された程度を示す数値である。有機化合物中の原子に対しては、次の手順で酸化数が求められる。まず、その原子がつくる各結合について、その結合に関わる電子対を [ア] の大きな方がすべて所有すると考えて電子数を決める。[ア] が等しい原子には電子を均等に割り振る。この方法で決めた電子数を、その原子が通常の原子の状態を持つ最外殻電子数から差し引いた結果を酸化数とする。例えばメタンの C 原子の酸化数は [27] となる。この酸化数を求める考え方をを用いて考察しよう。

燃料(還元剤)と酸素(酸化剤)を用い、燃焼による熱エネルギーのかわりに電気エネルギーを取り出す装置を燃料電池という。燃料として用いた 1 mol のメタノールが [イ] 上で  $\text{CO}_2$  まで完全に酸化されるとき、C 原子の酸化数は [28] から [29] に変化する。これを半反応式(1)と比べると、C 原子の酸化数の変化と電子の授受の数が対応していることがわかる。



これを応用して、エタノールを燃料に用いた場合を考えよう。エタノールに含まれる 2 つの C 原子の酸化数は、値の小さい方が [30]、大きい方が [31] である。よって、1 mol のエタノールがすべて  $\text{CO}_2$  まで酸化されれば、流れる電子<sup>①</sup>の物質量は [32]、[33]  $\times 10^{[34]}$  mol である。しかし、燃焼反応を経ずにエタノールを  $\text{CO}_2$  まで酸化することは容易でなく、最終的な生成物としてアセトアルデヒドや酢酸が得られる場合が多い。酢酸に含まれる 2 つの C 原子の酸化数は、値の小さい方が [35]、大きい方が [36] であるので、1 mol のエタノールがすべて酢酸まで酸化された場合、流れる電子の物質量は [37]、[38]  $\times 10^{[39]}$  mol となる。<sup>②</sup>

エタノールを燃料として、開発中の燃料電池を試運転したところ、生成物としてアセトアルデヒドと酢酸のみが物質量比 1 : 1 で得られた。58 mL のエタノールを燃料とし、そのすべてが上記の生成物になったとする。この間に 20 A の電

流を取り出し続けたと仮定して、この燃料電池の最長稼働時間を求めると、

③  $\boxed{40} \cdot \boxed{41} \times 10^{\boxed{42}}$  時間となる。

(1) 文中の  $\boxed{ア}$  にあてはまる最も適切な語句を次の①～⑩から一つ選べ。  $\boxed{25}$

- ① 結合エネルギー                      ② 活性化エネルギー  
③ 解離エネルギー                      ④ 電気陰性度  
⑤ イオン化傾向                        ⑥ イオン半径  
⑦ 電気量                      ⑧ 電離度                      ⑨ 等電点                      ⑩ 価数

(2) 文中の  $\boxed{イ}$  にあてはまる最も適切な語句を次の①～⑤から一つ選べ。  $\boxed{26}$

- ① 正極                      ② 負極                      ③ 電解液                      ④ 回路  
⑤ 塩橋

(3) 文中の  $\boxed{27} \sim \boxed{31}$  にあてはまる最も適切な数値を次の①～⑨からそれぞれ一つ選べ。

- ① -4                      ② -3                      ③ -2                      ④ -1                      ⑤ 0  
⑥ +1                      ⑦ +2                      ⑧ +3                      ⑨ +4

(4) 下線部①の値を有効数字2桁で求め、 $\boxed{32} \sim \boxed{34}$  にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。

(5) 文中の  $\boxed{35}$ 、 $\boxed{36}$  にあてはまる最も適切な数値を設問(3)の選択肢①～⑨からそれぞれ一つ選べ。

(6) 下線部②の値を有効数字2桁で求め、 $\boxed{37} \sim \boxed{39}$  にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。

(7) 下線部③の値を有効数字2桁で求め、 $\boxed{40} \sim \boxed{42}$  にあてはまる最も適切な数値を、同じ番号の解答欄にマークせよ。ただし、エタノールの密度は温度によらず 0.79 g/mL であるとする。

