

# 化 学

(解答番号  ~ )

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 He 4.0 C 12 N 14 O 16 Na 23 S 32

Cl 35.5 Ca 40 Cu 63.5

標準状態で気体 1 mol が占める体積は 22.4 L とする。

温度と圧力は，特に断らない限り常温(25℃)，

常圧(1013 hPa)とする。

**※化学は「健康医療学部」および  
「バイオ環境学部」のみ選択可**





問3 次の文章を読んで、下の a～c に答えなさい。

アルミニウムに塩酸を加えると水素が発生した。この反応式は次の通りある。



この水素を水上置換法で捕集したところ、27°C、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 498 mL の水素が得られた。

- a 係数  $\boxed{\text{ア}}$  ～  $\boxed{\text{エ}}$  に当てはまる適当なものの組合せを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、「1」も省略しないものとする。  $\boxed{7}$

	$\boxed{\text{ア}}$	$\boxed{\text{イ}}$	$\boxed{\text{ウ}}$	$\boxed{\text{エ}}$
①	2	3	1	2
②	2	3	2	3
③	1	2	1	2
④	2	6	2	3
⑤	2	2	1	2
⑥	1	2	1	1
⑦	1	2	2	2
⑧	1	1	1	1

- b 得られた水素の物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で求めて最も適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。気体は理想気体としてふるまうとし、気体定数は  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、27°Cにおける水の蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。  $\boxed{8}$  mol

- ① 0.018                      ② 0.019                      ③ 0.020  
④ 0.021                      ⑤ 0.022

c 下線部に関し，水素以外で水上置換法による捕集が適する気体を次の①～⑤のうちから一つ  
選びなさい。 9

① 二酸化窒素

② 硫化水素

③ アンモニア

④ 二酸化炭素

⑤ 一酸化窒素

次頁に続きます。

第2問 次の問い（問1～3）に答えなさい。【解答番号 10 ～ 16】

問1 次の文章を読んで、下のa～cに答えなさい。

水分子の中の酸素原子は **ア** の電荷、水素原子は **イ** の電荷をわずかに帯びている。これは水素原子より酸素原子の方が **ウ** が大きいいため、水素原子と酸素原子の間の共有電子対が酸素原子の方に引き寄せられるからである。イオン結晶が水に溶けるとき、水分子中の酸素原子と **エ** イオン、水素原子と **オ** イオンの間にはそれぞれクーロン力がはたらき、イオンが水分子に囲まれて水中に分散し溶解する。また分子からなる物質であるエタノールやグルコースなどは構造に **カ** 基を含み、水分子と **キ** 結合をつくるため溶解しやすい。塩化水素も分子からなる物質だが、塩素原子は **ア** の電荷、水素原子は **イ** の電荷をわずかに帯びており極性が大きな分子のため水分子を強く引きつける。これにより塩素原子と水素原子の間の **ク** 結合が切れることで溶解する。

a **ア** ～ **オ** に当てはまる適当なものの組合せを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

10

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>	<b>エ</b>	<b>オ</b>
①	正	負	電気陰性度	陽	陰
②	正	負	イオン化エネルギー	陽	陰
③	正	負	電気陰性度	陰	陽
④	正	負	イオン化エネルギー	陰	陽
⑤	負	正	電気陰性度	陽	陰
⑥	負	正	イオン化エネルギー	陽	陰
⑦	負	正	電気陰性度	陰	陽
⑧	負	正	イオン化エネルギー	陰	陽

b カ ~ ク に当てはまる最も適当なものの組合せを次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

11

	カ	キ	ク
①	ヒドロキシ	配位	イオン
②	ヒドロキシ	配位	共有
③	ヒドロキシ	水素	イオン
④	ヒドロキシ	水素	共有
⑤	カルボキシ	配位	イオン
⑥	カルボキシ	配位	共有
⑦	カルボキシ	水素	イオン
⑧	カルボキシ	水素	共有

c 塩酸は塩化水素を水に溶解させたものである。一般的には質量パーセント濃度 37% の濃塩酸が市販されており，これを蒸留水で必要な濃度に希釈して様々な実験に用いる。100 mL の 0.100 mol/L 塩酸をつくるには何 mL の濃塩酸が必要か。有効数字 2 桁で求めて次の①~⑤のうちから最も近い値を一つ選びなさい。濃塩酸の密度は 1.18 g/mL とする。

12

 mL

① 0.0084

② 0.084

③ 0.84

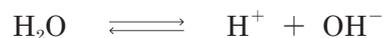
④ 8.4

⑤ 84

次頁に続きます。

問2 次の文章を読んで、下の a, b に答えなさい。

水分子  $\text{H}_2\text{O}$  はわずかに電離しており、次のような電離平衡の状態となっている。



この反応の電離定数  $K$  は次の式で表される。

$$K = \frac{\boxed{\text{ア}} \boxed{\text{イ}}}{\boxed{\text{ウ}}}$$

ここで、水の濃度  $[\text{H}_2\text{O}]$  は一定と考えてよく、 $K[\text{H}_2\text{O}]$  は一定値となるので次の式が成り立つ。

$$\boxed{\text{ア}} \boxed{\text{イ}} = K \boxed{\text{ウ}} = K_w$$

$K_w$  は水のイオン積とよばれ、 $25^\circ\text{C}$ での値は  $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$  である。純水では  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  が成り立つため、 $25^\circ\text{C}$ での純水の pH は 7 と求められる。

水の電離は中和反応の逆で、熱化学方程式は次の通りである。



このため水の電離は  $\boxed{\text{エ}}$  反応であり、温度が上がると  $\boxed{\text{エ}}$  の方向へ平衡が移動して水のイオン積は  $\boxed{\text{オ}}$  なる。そのため、 $40^\circ\text{C}$ での純水の pH は 7 より  $\boxed{\text{カ}}$  なる。

a  $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{ウ}}$  に当てはまる最も適当なものの組合せを次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

13

	$\boxed{\text{ア}}$	$\boxed{\text{イ}}$	$\boxed{\text{ウ}}$
①	$[\text{H}_2\text{O}]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$
②	$[\text{H}_2\text{O}]$	$[\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+]$
③	$[\text{H}^+]$	$[\text{H}_2\text{O}]$	$[\text{OH}^-]^2$
④	$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$	$[\text{H}_2\text{O}]$
⑤	$[\text{OH}^-]$	$[\text{H}_2\text{O}]$	$[\text{H}^+]^2$
⑥	$[\text{OH}^-]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{H}_2\text{O}]^2$

b エ～カ に当てはまる最も適当なものの組合せを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

14

	エ	オ	カ
①	発熱	大きく	大きく
②	発熱	大きく	小さく
③	発熱	小さく	大きく
④	発熱	小さく	小さく
⑤	吸熱	大きく	大きく
⑥	吸熱	大きく	小さく
⑦	吸熱	小さく	大きく
⑧	吸熱	小さく	小さく

次頁に続きます。

問3 次の文章を読んで、下の a, b に答えなさい。

滴定実験では滴定の終点を明確に判断する必要がある。電気伝導度などを測定して判断する方法もあるが、実施の容易さから溶液の色の変化で判断することが多い。中和滴定では、フェノールフタレインなど中和点付近の pH 変化によって大きく色が変わる指示薬を用いる。酸化還元滴定では中和滴定のような指示薬が少なく、酸化剤や還元剤自身の色の変化で滴定の終点を判断することが多い。例えば  $\text{H}_2\text{O}_2$  水を  $\text{KMnO}_4$  水溶液で滴定する場合、滴下した  $\text{KMnO}_4$  水溶液の  色が消えなくなったときを終点とする。あるいは過剰の  $\text{KI}$  水溶液を加えて生成する  $\text{I}_2$  により溶液を  色にした後、 $\text{I}_2$  を  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液で還元して滴定する方法もある。この場合、 色が薄くなった終点近くでデンプン水溶液を加えて溶液を  色にし、さらに滴下を続けて無色になったときを終点とする。

a 下線部に関し、フェノールフタレインを指示薬として使用できる中和滴定は次の A ~ D のどれか。下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 15

- A 約 0.1 mol/L の塩酸を、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。
- B 約 0.1 mol/L の塩酸を、0.1 mol/L のアンモニア水で滴定する。
- C 約 0.1 mol/L の酢酸水溶液を、0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。
- D 約 0.1 mol/L の酢酸水溶液を、0.1 mol/L のアンモニア水で滴定する。

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① A と B | ② A と C | ③ A と D |
| ④ B と C | ⑤ B と D | ⑥ C と D |

b ア～ウに当てはまる最も適当なものの組合せを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

16

	ア	イ	ウ
①	赤紫	褐	青紫
②	赤紫	褐	褐
③	赤紫	赤紫	青紫
④	赤紫	赤紫	褐
⑤	褐	褐	青紫
⑥	褐	褐	褐
⑦	褐	赤紫	青紫
⑧	褐	赤紫	褐

次頁に続きます。

第3問 次の文章を読んで下の問い（問1～4）に答えなさい。【解答番号 **17** ～ **20**】

2族元素のうち、カルシウム Ca・ストロンチウム Sr・バリウム Ba・ラジウム Ra は特に性質が似ておりアルカリ土類金属と呼ばれる。天然には単体で存在せず炭酸塩などで存在する。塊状で産出する **ア** は石灰岩といい、サンゴや貝殻の遺骸がたい積してできるものが多い。また **ア** は水に難溶で **イ** 水溶液に二酸化炭素を通じることで白色沈殿として容易に生成する。この水溶液にさらに二酸化炭素を通じると **ア** は **ウ** となり、電離して沈殿は消える。 **ウ** 水溶液を加熱すると逆反応が進んで再び **ア** の沈殿ができる。また、 **ア** を加熱すると **エ** と二酸化炭素が生じるが、この反応は **オ** でも利用されている。

問1 **ア** ～ **エ** に当てはまる適当なものの組合せを次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

**17**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>	<b>エ</b>
①	CaSO <sub>4</sub>	CaO	Ca	Ca(OH) <sub>2</sub>
②	CaSO <sub>4</sub>	CaO	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaO
③	CaSO <sub>4</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca	Ca(OH) <sub>2</sub>
④	CaSO <sub>4</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaO
⑤	CaCO <sub>3</sub>	CaO	Ca	Ca(OH) <sub>2</sub>
⑥	CaCO <sub>3</sub>	CaO	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaO
⑦	CaCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca	Ca(OH) <sub>2</sub>
⑧	CaCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaO

問2 **オ** に当てはまる適当なものを次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

**18**

- |                    |            |
|--------------------|------------|
| ① クメン法             | ② オストワルト法  |
| ③ アンモニアソーダ法(ソルベー法) | ④ ホール・エルー法 |
| ⑤ ハーバー・ボッシュ法       |            |

問3 ア の飽和水溶液中のカルシウムイオン濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で求めて最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、ア の溶解度積は  $6.4 \times 10^{-5} (\text{mol/L})^2$  とする。 19 mol/L

- ①  $6.4 \times 10^{-5}$                       ②  $8.0 \times 10^{-5}$                       ③  $6.4 \times 10^{-4}$   
④  $8.0 \times 10^{-4}$                       ⑤  $6.4 \times 10^{-3}$                       ⑥  $8.0 \times 10^{-3}$

問4 2 族元素に関する次の記述①～⑤のうち、**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。 20

- ① 水酸化カルシウムはさらし粉の製造に使われる。  
② 水酸化バリウムは水に可溶で強塩基性を示すが、水酸化マグネシウムは水に難溶である。  
③ ベリリウム以外の 2 族元素は炎色反応を示す。  
④ マグネシウムの単体は常温の水とはほとんど反応しないが、熱水とは反応して水素を発生する。  
⑤ 塩化カルシウムは空气中で潮解する。

次頁に続きます。

第4問 次の問い(問1, 2)に答えなさい。【解答番号 21 ~ 27】

問1 次の文章を読んで下のa~fに答えなさい。

分子式が同じで構造が異なる化合物を互いに異性体という。異性体のうち、分子の構造式が異なるものを **ア** 異性体といい、分子の構造式も同じだが原子や基の空間的な配置が異なるものを **イ** 異性体という。また、**イ** 異性体には **ウ** 異性体や **エ** 異性体などがある。1, 2-エチレンジカルボン酸にはフマル酸とマレイン酸の **ウ** 異性体があり、乳酸には1組の **エ** 異性体がある。一般的に **エ** 異性体どうしは **オ** が異なる。

アルキンの一般式は  $C_nH_{2n-2}$  ( $n \geq 2$ ) で表される。 $n \geq 3$  のアルキンには構造異性体としてシクロアルケンも存在するが、 $n = 2$  のアルキンは (1) アセチレン だけである。アセチレンに塩化水素や酢酸を付加させると塩化ビニルや酢酸ビニルといったビニル化合物が得られ、(2) ポリ塩化ビニルやポリ酢酸ビニル といった合成樹脂の原料となる。

グルコースは  $C_6H_{12}O_6$  の分子式で表される単糖であり、生物体のエネルギー源として重要である。グルコースの **カ** 異性体にはフルクトースがあり、フルクトースは水溶液中で鎖状構造、5員環と6員環の環状構造の平衡状態にある。(3) グルコースとフルクトースが結合した二糖がスクロース である。

a **ア** ~ **オ** に当てはまる適当なものの組合せを次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。

21

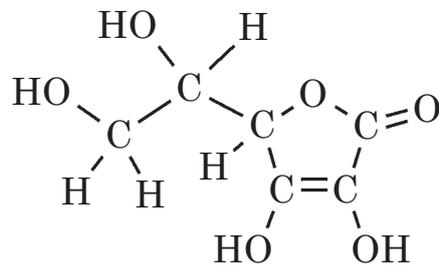
	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>	<b>エ</b>	<b>オ</b>
①	構造	立体	鏡像	シス-トランス	融点や密度
②	構造	立体	鏡像	シス-トランス	光に対する性質
③	構造	立体	シス-トランス	鏡像	融点や密度
④	構造	立体	シス-トランス	鏡像	光に対する性質
⑤	立体	構造	鏡像	シス-トランス	融点や密度
⑥	立体	構造	鏡像	シス-トランス	光に対する性質
⑦	立体	構造	シス-トランス	鏡像	融点や密度
⑧	立体	構造	シス-トランス	鏡像	光に対する性質



f 下線部(3)について、グルコース・フルクトース・スクロースに関する次の記述①～⑤のうち正しいものを一つ選びなさい。 26

- ① グルコースは銀鏡反応を示さない。
- ② フルクトースは5員環の環状構造が還元性を示す部位をもつ。
- ③ 多数のグルコースが縮合したデンプンの水溶液にニンヒドリン溶液を加えると青紫色になる。
- ④ スクロースは $\alpha$ -グルコースの1位のヒドロキシ基と $\beta$ -フルクトースの2位のヒドロキシ基が縮合した結合(グリコシド結合)した構造をもつ。
- ⑤ スクロースをアミラーゼで加水分解すると転化糖が得られる。

問2 次の構造式はビタミンCを表している。この構造式の中に含まれない結合・官能基を下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 27



- ① 単結合
- ② 二重結合
- ③ エステル結合
- ④ ヒドロキシ基
- ⑤ スルホ基

以上で問題は終わりです。