

# 化学基礎・化学

(全問必答)

**第1問** 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 24)

**問1** 原子に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① すべての原子は正の電荷をもつ原子核と、負の電荷をもつ電子からなる。
- ② すべての原子の原子核には中性子が含まれている。
- ③ すべての原子は電氣的に中性である。
- ④ 電子の質量は陽子の質量と比べて非常に小さい。

問2 図1は14族元素と17族元素それぞれの水素化合物の分子量と沸点の関係を表したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 2

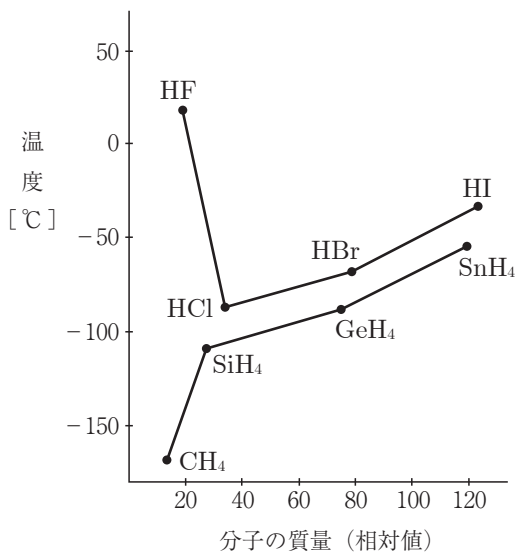


図 1

- ① HCl分子は極性をもつので、同じくらいの分子量をもつSiH<sub>4</sub>より沸点が高い。
- ② SiH<sub>4</sub>の方がCH<sub>4</sub>より沸点が高いのは、SiH<sub>4</sub>により強いファンデルワールス力がはたらいっているからである。
- ③ HFの方がHClより沸点が高いのは、HFは分子間で水素結合を形成しているからである。
- ④ HIの方がHBrより沸点が高いのは、HIはイオン結合を形成しているからである。

問3 モル濃度6.0mol/L、密度1.2g/cm<sup>3</sup>の水酸化ナトリウム水溶液の質量%濃度はいくらになるか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はH=1.0、O=16、Na=23とする。 3 %

- ① 10
- ② 12
- ③ 20
- ④ 24

化学基礎・化学

問4 ある濃度の塩酸10mLを0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、図2の滴定曲線が得られた。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 4

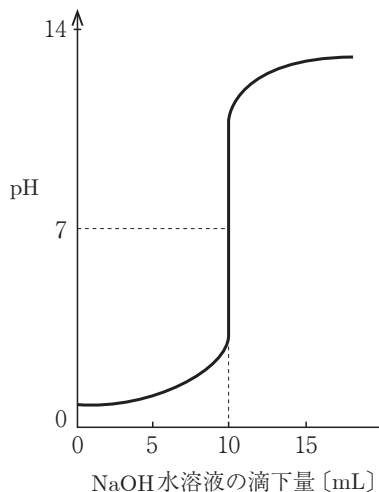


図 2

- ① この滴定で用いた塩酸のモル濃度は、0.10mol/Lである。
- ② この滴定の指示薬として、フェノールフタレインとメチルオレンジのどちらも使用することができる。
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液の代わりに水酸化カリウム水溶液を用いても、図と同じ滴定曲線が得られる。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液を15mL加えたとき、水溶液中に存在するイオンはNa<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>のみである。

問5 次の化学反応式①～④のうちから、下線部の物質が酸化剤としてはたらいっているものを一つ選べ。 5

- ①  $\text{H}_2\text{O}_2 + \underline{\text{SO}_2} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- ②  $2\text{KI} + \underline{\text{Cl}_2} \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
- ③  $\text{SO}_2 + 2\underline{\text{H}_2\text{S}} \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ④  $5\underline{\text{H}_2\text{O}_2} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$   
 $2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 24)

問1 次の文章中の空欄  ・  に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

気体の水への溶解度は、一般に  。また  $N_2$  や  $O_2$  など溶解度の小さい気体では、温度が一定ならば、一定量の溶媒に溶ける気体の質量(または物質質量)はその気体の  に比例する。これをヘンリーの法則という。

	ア	イ
①	温度が低くなるほど大きくなる	圧力
②	温度が低くなるほど大きくなる	分子量
③	温度が高くなるほど大きくなる	圧力
④	温度が高くなるほど大きくなる	分子量
⑤	温度にかかわらず一定である	圧力
⑥	温度にかかわらず一定である	分子量

問2 図1のようなエネルギー図からアンモニアのN-Hの結合エネルギーを求めるといくらになるか。最も適当な数値を、下の①～④のうちから一つ選べ。

2 kJ/mol

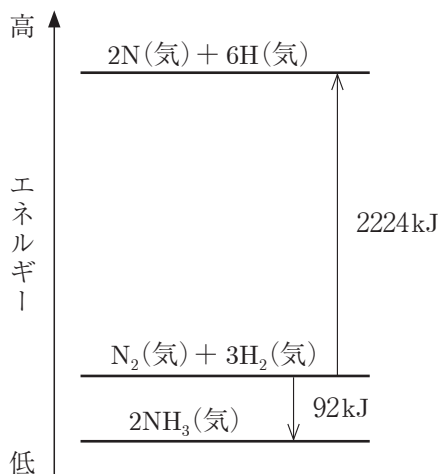


図 1

- ① 193                      ② 386                      ③ 772                      ④ 1112

問3 銅板を硫酸銅(Ⅱ)の水溶液に浸したものと、亜鉛板を硫酸亜鉛水溶液に浸したものを、素焼き板を隔てて組合せた電池をダニエル電池といい、電池式は次のようになる。



金属板と電解液を他の物質に代えた次のダニエル型電池①～④のうちから、最も起電力が大きくなるものを一つ選べ。ただし、電解液の濃度はすべて1.0mol/Lとする。 3

- ①  $(-) \text{Fe} \mid \text{FeSO}_4 \text{ aq} \mid \text{NiSO}_4 \text{ aq} \mid \text{Ni} (+)$   
 ②  $(-) \text{Fe} \mid \text{FeSO}_4 \text{ aq} \mid \text{CuSO}_4 \text{ aq} \mid \text{Cu} (+)$   
 ③  $(-) \text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \text{ aq} \mid \text{AgNO}_3 \text{ aq} \mid \text{Ag} (+)$   
 ④  $(-) \text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \text{ aq} \mid \text{AgNO}_3 \text{ aq} \mid \text{Ag} (+)$

## 化学基礎・化学

問4 過酸化水素水は、少量の鉄(Ⅲ)イオン $\text{Fe}^{3+}$ が存在すると、激しく反応して酸素が発生する。



図2は、 $\text{H}_2\text{O}_2$ を $25^\circ\text{C}$ で反応させたときの $\text{H}_2\text{O}_2$ のモル濃度の時間変化を示したものである。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

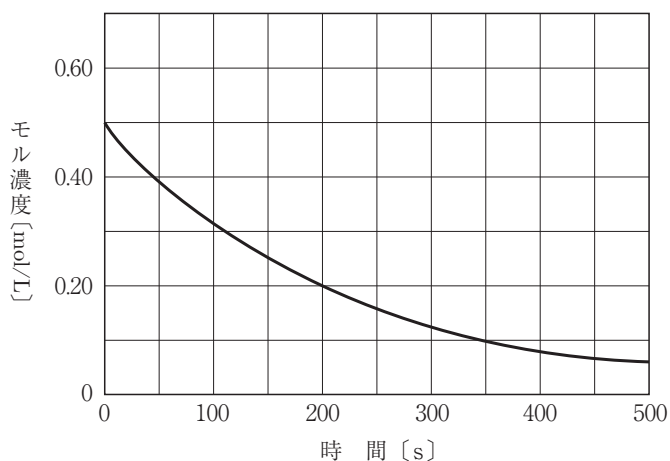


図 2

a この反応において、反応開始後0～200秒間の $\text{O}_2$ の生成速度 $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$ はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。

4 mol/(L·s)

- ①  $0.75 \times 10^{-3}$     ②  $1.0 \times 10^{-3}$     ③  $1.5 \times 10^{-3}$     ④  $3.0 \times 10^{-3}$

- b この反応を、35℃でおこなった場合、単位時間あたりに発生する酸素の物質と、反応終了までに発生する酸素の総物質量はそれぞれどのように変化するか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。

5

	単位時間あたりに発生する 酸素の物質	発生する酸素の総物質
①	増加する	増加する
②	増加する	変化しない
③	増加する	減少する
④	変化しない	増加する
⑤	変化しない	変化しない
⑥	変化しない	減少する
⑦	減少する	増加する
⑧	減少する	変化しない
⑨	減少する	減少する

- 問5 次の反応①～④が平衡状態にあるとき、( )内のように条件を変化させて平衡が右に移動するものを一つ選べ。

6

- ①  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2 - 57\text{kJ}$  (加熱する)  
 ②  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (塩化アンモニウムを加える)  
 ③  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{気}) \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$  (圧力を高くする)  
 ④  $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{aq} \rightleftharpoons \text{Na}^+\text{aq} + \text{Cl}^-\text{aq}$  (塩化水素を加える)

**第3問** 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 20)

問1 ある操作によって気体を発生させたところ、次の性質を示す気体が発生した。  
この操作として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

色・におい	無色で腐卵臭をもつ
水への溶解性	少し溶ける
水溶液の液性	弱酸性
酸化性	示さない
還元性	示す
$\text{Cu}^{2+}$ を含む水溶液に通じる	黒色沈殿を生成する

- ① 銅に濃硫酸を加えて加熱する。
- ② 硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加える。
- ③ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える。
- ④ 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。

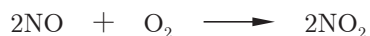


問2 硝酸は工業的には次のようにして製造される。

- (1) アンモニアを空気と混合し、白金触媒を用いて800～900℃に加熱して酸化する。



- (2) 一酸化窒素をさらに酸化して二酸化窒素にする。



- (3) 二酸化窒素を水と反応させる。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a この製造法の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- |           |            |
|-----------|------------|
| ① オストワルト法 | ② ハーバー法    |
| ③ 接触法     | ④ ホール・エルー法 |

- b 10molのアンモニアから得られる硝酸は最大で何molか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 3 mol

- |       |       |      |      |
|-------|-------|------|------|
| ① 5.0 | ② 7.5 | ③ 10 | ④ 15 |
|-------|-------|------|------|

## 化学基礎・化学

問3 身近な無機物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 粘土や陶土などを高温で焼き固めたものを陶磁器という。
- ② ガラスは、Na, Ca, B, K, などを含むケイ酸塩で、構成粒子の配列が不規則なまま固化したアモルファスに分類される。
- ③ 硫酸カルシウムは水に溶けにくい白色の粉末で、X線の吸収力が大きいいため、胃や腸のX線撮影の造影剤に用いられる。
- ④ アルミニウムと少量の銅、マグネシウムなどの合金はジュラルミンといい、航空機の機体などに利用される。

問4 鉄に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① 鉄は希硫酸には水素を発生して溶け、鉄(II)イオンとなる。
- ② 鉄は濃硝酸には不動態となるため、溶解しない。
- ③ 鉄は湿った空气中で酸化され、酸化鉄(III) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ を含む赤さびを生じる。
- ④ 鉄鉱石とコークス、石灰石を溶鉱炉に入れ、高温で還元すると鋼が得られる。

**第4問** 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 32)

問1 アセチレンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① アセチレン分子はすべての原子が一直線上にある直線構造である。
- ② エタノールを少量の濃硫酸とともに約170℃で加熱するとアセチレンが生じる。
- ③ アセチレン1分子に白金やニッケルを触媒として水素2分子を付加させるとエタンが生じる。
- ④ アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として水を付加させるとアセトアルデヒドが生じる。

問2 次の記述 a～c に当てはまる化合物をア～カから選び、その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- a 酸化するとアセトアルデヒドを生成するアルコール
- b 還元すると2-プロパノールを生成するケトン
- c ホルムアルデヒドを酸化すると生成するカルボン酸

- ア  $\text{CH}_3\text{OH}$                       イ  $\text{CH}_2\text{CH}_3\text{OH}$                       ウ  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$
- エ  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$                       オ  $\text{HCOOH}$                       カ  $\text{CH}_3\text{COOH}$

	a	b	c
①	ア	ウ	オ
②	ア	ウ	カ
③	ア	エ	オ
④	ア	エ	カ
⑤	イ	ウ	オ
⑥	イ	ウ	カ
⑦	イ	エ	オ
⑧	イ	エ	カ

問3 セッケンに関する次の文章中の下線部①～④のうちから、誤りを含むものを一つ選べ。 3

油脂を水酸化ナトリウム水溶液でけん化すると、① 高級脂肪酸のナトリウム塩が得られる。これがセッケンであり、その② 水溶液は加水分解によって弱い酸性を示す。セッケンは疎水性の炭化水素基と親水性の $-\text{COO}^-$ をもち、水溶液中では③ 炭化水素基を内側に向けて集まり、コロイド粒子をつくる。これを④ ミセルという。

問4 分子式 $\text{C}_8\text{H}_{10}$ で表される芳香族化合物には何種類の構造異性体が存在するか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 種類

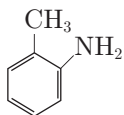
- ① 2                      ② 3                      ③ 4                      ④ 5

問5 次の記述①～④のうちから、アニリンとフェノールのどちらにも当てはまるものを一つ選べ。 5

- ① エーテルより水によく溶ける。  
② 水酸化ナトリウムと反応して塩を形成する。  
③ ヨードホルム反応を示す。  
④ 無水酢酸を作用させるとアセチル化が起こる。

化学基礎・化学

問6 *o*-トルイジンは染料などの原料に用いられるが、発ガン性が疑われる物質でもある。次に示した *o*-トルイジンの構造式から合成法として最も適切と考えられるものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 6



- ① 安息香酸を還元してからニトロ化する。
- ② トルエンを酸化してからアンモニアでアミド化する。
- ③ トルエンをニトロ化してから還元する。
- ④ *o*-キシレンを酸化してからアンモニアでアミド化する。

問7 高分子化合物の原料の組合せとして誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

	高分子化合物	原料
①	ポリエチレン	エチレングリコール
②	ポリ酢酸ビニル	アセチレン, 酢酸
③	ポリエチレンテレフタレート	テレフタル酸, エチレングリコール
④	ナイロン66	アジピン酸, ヘキサメチレンジアミン

問8 アミノ酸に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① グリシンは分子中に不斉炭素原子が存在するので、1対の光学異性体(鏡像異性体)が存在する。
- ② うま味の成分であるグルタミン酸は、分子中に  $-NH_2$  を2個含む。
- ③ アミノ酸は分子内に塩基性の  $-NH_2$  と酸性の  $-COOH$  をもつので、アミノ酸の水溶液はすべて中性である。
- ④ アミノ酸は、結晶中で双性イオンの状態で存在しており、酸にも塩基にもよく溶ける。