

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 次の現象の記述のうち、**化学反応が関係していないもの**。

- ① 使い捨てカイロは袋から取り出すと発熱する。
- ② ガス漏れを起こしているときに電灯や換気扇のスイッチを入れると、爆発を起こすおそれがある。
- ③ ガスファンヒーターを使用する場合、適当に換気を行わないと、有毒な気体の濃度が高くなり中毒を起こすおそれがある。
- ④ 寒冷地では冬季に水道管が凍結によって破損することがある。

b 図1の電子式で表される第3周期の元素Aにあたるもの。

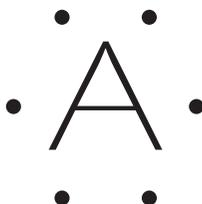


図 1

- ① ケイ素
- ② 硫黄
- ③ リン
- ④ マグネシウム

c 非共有電子対の数が最も多い分子。 3

① O₂

② N₂

③ NH₃

④ H₂O

問2 アルミニウムに塩酸を加えると、次の反応により水素が発生した。



図2について、反応したアルミニウムの質量と発生した水素の物質量の関係を示す直線として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量はAl=27とする。 4

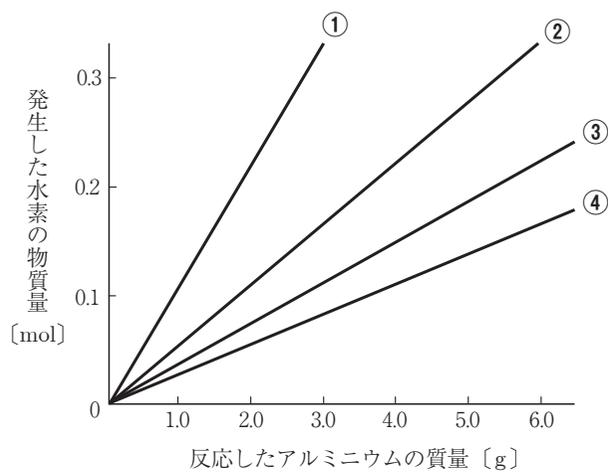


図 2

化学基礎・化学

問3 食酢の濃度を求めるために、次の実験を行った。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。ただし、食酢中の酸は酢酸のみであるとする。

食酢10mLをホールピペットでメスフラスコに移し、標線まで純水を加えて100mLとした。これから10mLをコニカルビーカーに取り出し、さらに指示薬を加えた。この水溶液に、ビュレットから0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下し、中和滴定を行った。この滴定を数回行ったところ、滴定量の平均値は7.5mLであった。

a 下線部の実験器具を繰り返して使用する場合、純水で数回すすいだのち、ぬれたまま用いてよいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- | | |
|-----------------|-------------------|
| ① ホールピペット | ② メスフラスコ |
| ③ コニカルビーカー | ④ ビュレット |
| ⑤ ホールピペット、ビュレット | ⑥ メスフラスコ、コニカルビーカー |

b うすめる前の食酢中の酢酸のモル濃度 [mol/L] 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。 6 mol/L

- | | | | |
|--------|--------|-------|-------|
| ① 0.15 | ② 0.75 | ③ 1.5 | ④ 7.5 |
|--------|--------|-------|-------|

問4 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。 7

- | |
|---|
| 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 $5\underline{\text{H}_2\text{O}_2} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
$2\text{MnSO}_4 + 5\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ |

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1のような結晶構造をもつ金属の単位格子の辺の長さが a [m]であるとき、この金属原子の原子半径を表す式として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 m

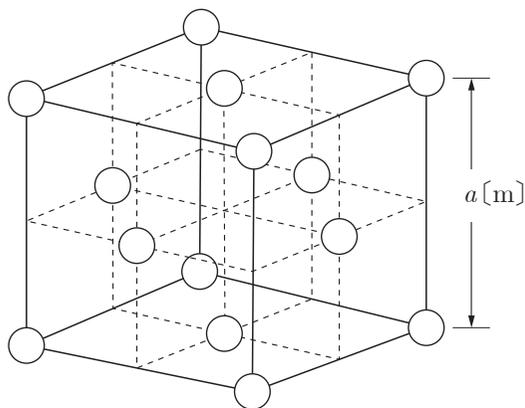


図 1

① $\frac{1}{4}a$

② $\frac{1}{2}a$

③ $\frac{\sqrt{2}}{4}a$

④ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$

問2 図2は物質AおよびBの蒸気圧曲線である。これに関する記述として正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 2

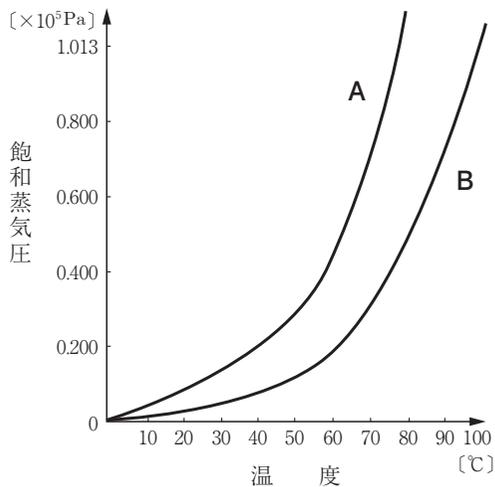


図 2

- ① 外圧が $8.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ のときの沸点は、BよりAの方が高い。
- ② 液体状態で分子間にはたらく力は、BよりAの方が強い。
- ③ 60°C 、 $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ の気体Aを圧力を一定に保ったまま冷却していくと、 40°C で凝縮が起こる。
- ④ 真空にしたピストン付きの容器に一定量のBを封入し、 60°C 、 $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ に保つと、Bはすべて気体として存在している。

化学基礎・化学

問3 容積10Lの密閉容器に、27℃で $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ の一酸化炭素が封入されている。温度を27℃に保って、さらに酸素を加えたところ、容器内の圧力は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

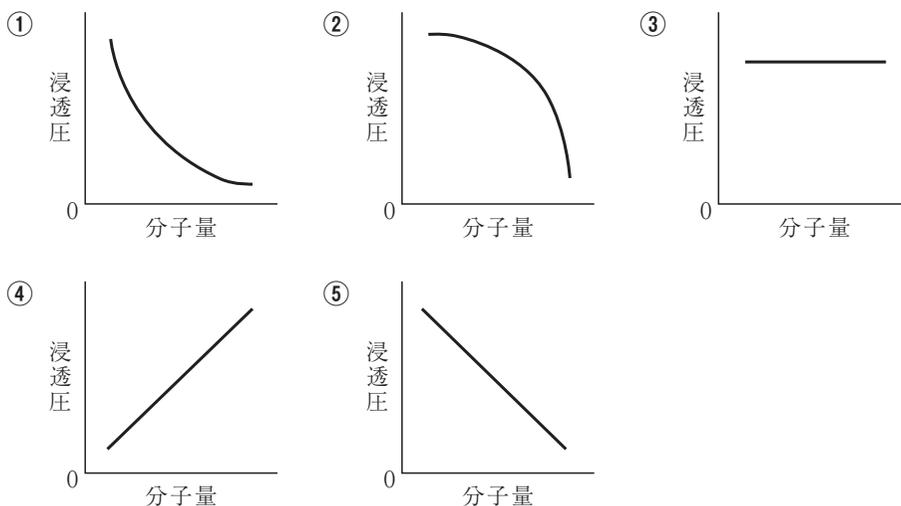
a 容器内の一酸化炭素と酸素の物質量の比($\text{CO} : \text{O}_2$)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 1 : 2 ② 2 : 1 ③ 2 : 3 ④ 3 : 2

b 容器内の混合気体に点火し、一酸化炭素を完全に燃焼させた。容器内の温度を27℃に戻した時の容器内の圧力は何Paか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 Pa

- ① 0.60×10^5 ② 1.2×10^5 ③ 1.4×10^5 ④ 2.1×10^5

問4 非電解溶質の希薄溶液において、浸透圧 Π [Pa] はその溶液のモル濃度と絶対温度に比例する。一定温度で溶液 1L 中に溶質が 1g 溶けている溶液の浸透圧 Π [Pa] と、溶質の分子量 M との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5



問5 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。 6

- 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 $(-) \text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \text{ aq} \mid \text{AgNO}_3 \text{ aq} \mid \text{Ag} (+)$

問6 化学反応式 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ で表される反応の反応速度 v は、速度定数 k を用いて $v = k[\text{A}]^x[\text{B}]^y$ と表すことができる。次のア、イより x , y の値を決定し、完成した速度式として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ア Bの濃度を変えずにAの濃度を2倍にすると、反応速度は2倍になった。
- イ Aの濃度を変えずにBの濃度を2倍にすると、反応速度は8倍になった。

- ① $v = k[\text{A}][\text{B}]^2$
- ② $v = k[\text{A}][\text{B}]^3$
- ③ $v = k[\text{A}][\text{B}]^4$
- ④ $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]^4$

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 6〕 (配点 20)

問1 塩素に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 図1のような装置を用いて、酸化マンガン(IV)と濃塩酸から、乾燥した塩素を得たい。図の洗気ビン中の液体ア、イおよび捕集装置ウ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。 1

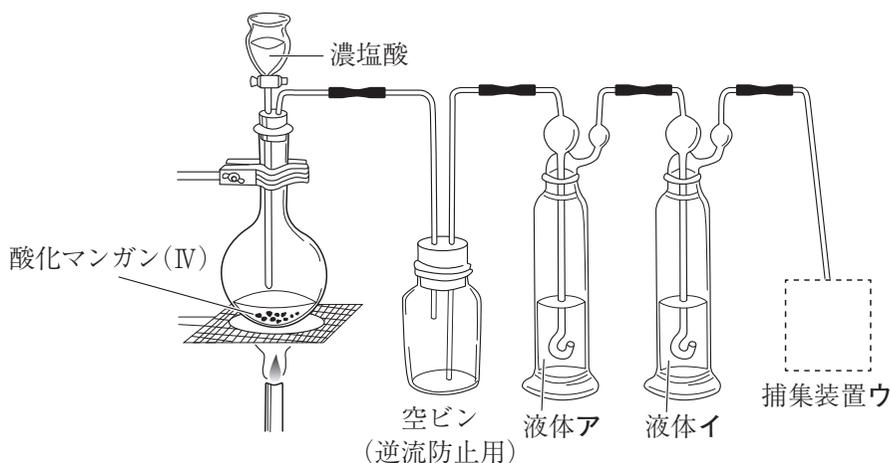


図 1

	洗気ビン中の液体ア	洗気ビン中の液体イ	捕集装置ウ
①	水	濃硫酸	上方置換
②	水	濃硫酸	下方置換
③	濃硫酸	水酸化ナトリウム水溶液	上方置換
④	濃硫酸	水	下方置換
⑤	水酸化ナトリウム水溶液	水	上方置換
⑥	水	水酸化ナトリウム水溶液	下方置換

b 塩素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。 2

- ① 塩素は黄緑色の有毒な気体で、刺激臭がある。
- ② 塩素は、加熱した銅と激しく反応して塩化物 CuCl_2 をつくる。
- ③ 塩化ナトリウム水溶液に臭素を加えると、塩素が発生する。
- ④ 塩素は水に溶け、一部が水と反応して次亜塩素酸 HClO を生じる。

問2 次の文章中の ア と イ に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

濃硝酸に銅片を加えると ア を発生して銅は溶ける。一方、イ は濃硝酸に溶けない。これは イ は濃硝酸によって表面に酸化被膜ができて不動態となり、それ以上反応が進まないためである。

	ア	イ
①	一酸化窒素	鉄
②	一酸化窒素	亜鉛
③	二酸化窒素	鉄
④	二酸化窒素	亜鉛

化学基礎・化学

問3 次の a・b の文章中の 2 種類の金属 **ア** と **イ** に当てはまるものを、下の ①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a 金属 **ア** は希塩酸に溶ける。この水溶液にアンモニア水を加えると白色沈殿が生成し、さらに過剰のアンモニア水を加えると、この沈殿は溶解する。

4

b 金属 **イ** は常温の水に溶けて無色の水溶液になり、この水溶液は炎色反応で橙赤色を示す。また、この水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿が生成する。

5

- ① Na ② Ag ③ Al ④ K ⑤ Ca ⑥ Zn

問4 金属の腐食(さび)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。 6

- ① 塗料の目的の一つに、金属を酸素や水分から遠ざけ、腐食を防ぐことがある。
② 金や白金はイオンになりにくいので、腐食しにくい金属である。
③ アルマイトは、アルミニウムをさびにくくするために、表面に他の金属をめっきしたもので不動態を形成させている。
④ 鉄をさびにくくするため、亜鉛を表面にめっきしてトタンをつくる。

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第4問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 図1は、ある気体の発生を観察するための装置である。これに関する下の問い(a～c)に答えよ。

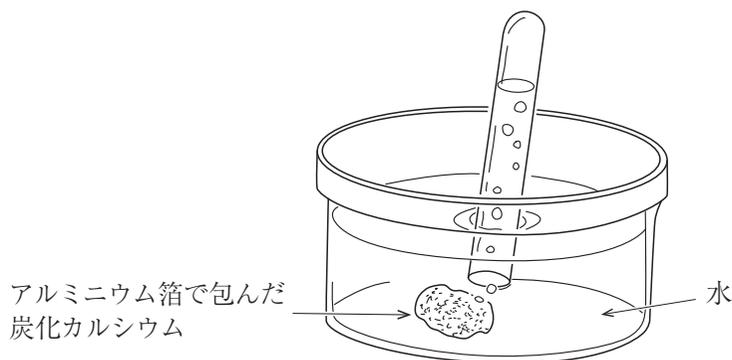


図 1

a 反応後の水槽の水を試験管に取り出し、フェノールフタレイン液を加えるとどのような変化が見られるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 試験管内の水溶液が赤色になる。
- ② 試験管内の水溶液が黄色になる。
- ③ 試験管内の水溶液の色に変化は見られない。

b 発生した気体に臭素水を加えて振り混ぜるとどのような変化が見られるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 臭素水の赤褐色が濃くなる。
- ② 臭素水の赤褐色が消える。
- ③ 臭素水の色に変化は見られない。

c 発生した気体は何か。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

3

① エタン

② エチレン

③ アセチレン

問2 次の有機化合物の組合せ①～④のうちから、異性体の関係にないもの一つ選べ。

4

① シクロペンタンと1-ペンテン

② エタノールとジメチルエーテル

③ アセトアルデヒドとアセトン

④ ギ酸メチルと酢酸

化学基礎・化学

問3 乾いた試験管に氷酢酸0.3molとエタノール0.4molを入れ、振り混ぜた後に、濃硫酸0.5molと沸騰石を加え、図2に示す装置を用いて約80℃で5分間加熱した。試験管を冷却したのち、炭酸水素ナトリウムの飽和水溶液を少量ずつ加えた。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

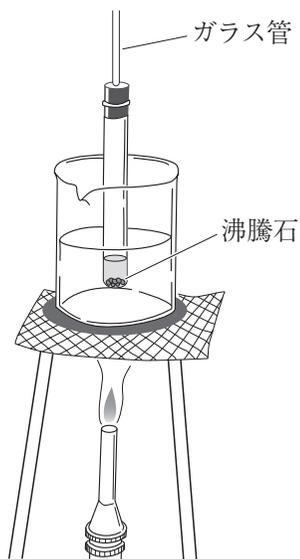


図 2

a 濃硫酸と沸騰石のはたらきを表す記述の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

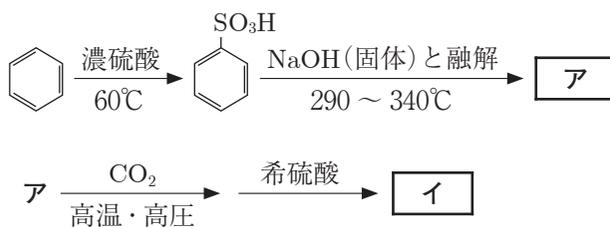
5

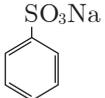
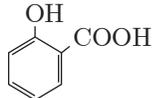
	濃硫酸	沸騰石
①	反応を遅くする	反応液の温度上昇を速くする
②	反応を遅くする	反応液の温度上昇を遅くする
③	反応を遅くする	反応液の突沸を防ぐ
④	反応を速くする	反応液の温度上昇を速くする
⑤	反応を速くする	反応液の温度上昇を遅くする
⑥	反応を速くする	反応液の突沸を防ぐ

b この実験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。 6

- ① 試験管に長いガラス管をつけるのは、蒸発した内容物を冷却して、液体に戻すためである。
- ② 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素が発生する。
- ③ 実験終了後に、試験管の内容物は2層に分離するが、生成物は下層に含まれる。
- ④ 生成物には、果実のような芳香がある。

問4 次のベンゼンからの反応経路図中の ア と イ に当てはまる化合物を、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 ア 7 イ 8



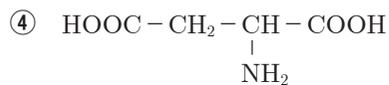
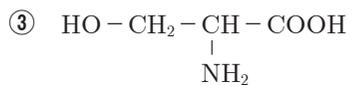
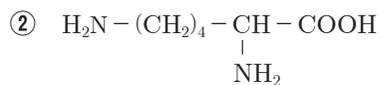
- ① 
- ② 
- ③ 
- ④ 

化学基礎・化学

問5 高分子化合物とそ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。 9

	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6 次の構造式で表される有機化合物①～④のうちから、不斉炭素をもち、中性アミノ酸に分類されるものを一つ選べ。 10



(下書き用紙)