

◇ 化 学

化 6－1～化 6－16 まで 16 ページあります。

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, O=16, Fe=56.0

第 1 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問 1 次の a・b に当てはまるものを，それぞれの解答群の選択肢から一つずつ選べ。

a 純物質でないもの

- | | | |
|--------------|-----------|------|
| ① 硫酸銅(Ⅱ)五水和物 | ② 二酸化硫黄 | ③ 塩酸 |
| ④ ナトリウム | ⑤ 塩化カルシウム | |

b 無極性分子であるもの

- | | | |
|---------|------|---------|
| ① 硫化水素 | ② 酸素 | ③ エタノール |
| ④ アンモニア | ⑤ 水 | |

問 2 原子の構造に関する記述 a～d のうち，正しいものの組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

- a 原子番号は，その原子の陽子の数と電子の数の和に等しい。
b 互いに同位体である原子は，質量数は異なるが，陽子の数は等しい。
c 中性子は，正の電荷を帯びた粒子である。
d 陽子 1 個の質量と中性子 1 個の質量は，ほぼ等しい。

- ① a と b ② a と c ③ a と d ④ b と c ⑤ b と d
⑥ c と d

問 3 図 1-1 のように「PE」の略号で表され、ポリ袋の材料として最も多く利用されているプラスチックとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

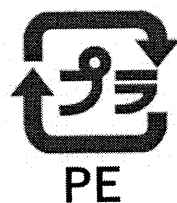


図 1-1 略号

- | | |
|-----------------|-----------|
| ① ポリエチレン | ② ポリスチレン |
| ③ ポリエチレンテレフタレート | ④ ポリ塩化ビニル |

問 4 次の a～c の分離・精製操作を行った。これらの操作の名称の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- a ヨウ素が溶けているヨウ化カリウム水溶液から、ヘキサンを使ってヨウ素を取り出した。
- b 水性インクをろ紙につけ、ろ紙の下端を水に浸して放置すると、インクに含まれる複数の色素が分離した。
- c 不純物として少量の塩化ナトリウムを含む硝酸カリウムを温水に溶かした後、冷却し、硝酸カリウムのみを結晶として分離した。

	a	b	c
①	抽出	再結晶	クロマトグラフィー
②	抽出	クロマトグラフィー	再結晶
③	再結晶	抽出	クロマトグラフィー
④	再結晶	クロマトグラフィー	抽出
⑤	クロマトグラフィー	抽出	再結晶
⑥	クロマトグラフィー	再結晶	抽出

問 5 次の物質 a～e が結晶となるとき，その結晶内に共有結合がある物質の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 6

- a 塩化ナトリウム
- b 窒素
- c カリウム
- d ヨウ素
- e メタン

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① a と b | ② b と c | ③ b と d |
| ④ a と b と e | ⑤ b と c と d | ⑥ b と d と e |

問 6 次の化学反応のうち，下線部の物質が還元剤としてはたらいっている反応として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① CuO + H₂ → Cu + H₂O
- ② SO₂ + H₂O₂ → H₂SO₄
- ③ SO₂ + 2H₂S → 3S + 2H₂O
- ④ H₂O₂ + 2KI + H₂SO₄ → K₂SO₄ + 2H₂O + I₂
- ⑤ H₂O₂ + H₂S → S + 2H₂O

化学の問題は次のページに続く

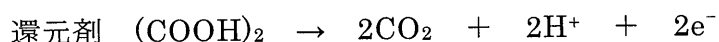
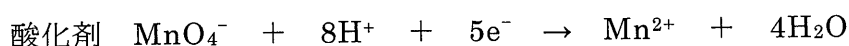
第2問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 8 ～ 14〕

過マンガン酸カリウム KMnO_4 の水溶液は、酸性条件下で強力な酸化作用を示し、酸化還元滴定によく用いられる。過マンガン酸カリウムは精製が困難なため、そのモル濃度は次の実験のように、純粋なものが容易に得られるシュウ酸などの還元剤で滴定することで求められる。

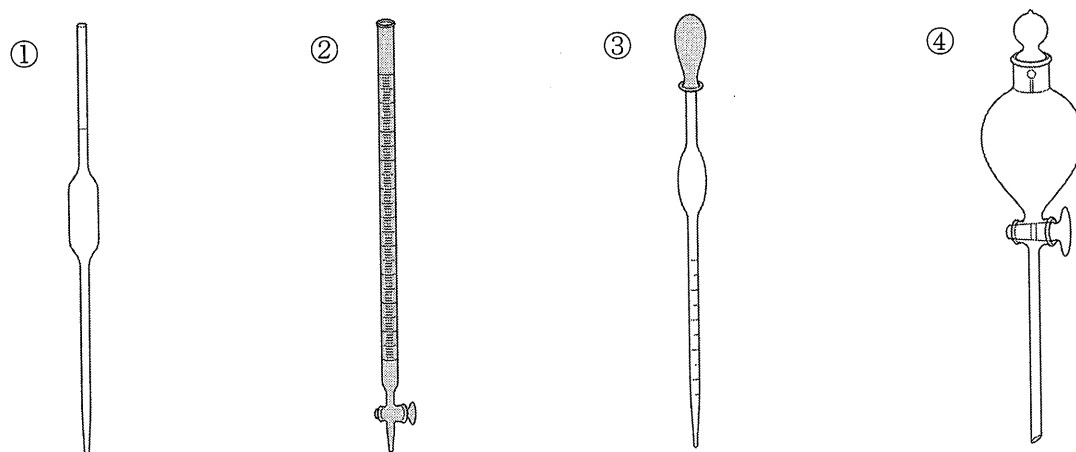
実験 ア 純粋なシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を 1.26 g はかり取り、メスフラスコを用いて正確に 100 mL の水溶液とした。この水溶液をホールピペットで 10.0 mL 取り、希硫酸 10.0 mL とコニカルビーカー中で混合し、約 70°C に温めながら、ビュレットを用いて濃度未知の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。コニカルビーカー中で過マンガン酸カリウム水溶液の ウ 色が消えなくなった点を終点とし、終点に達するまでに 12.5 mL の過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。

問1 実験では過マンガン酸カリウムを酸化剤として、シュウ酸を還元剤として用いている。このとき、過マンガン酸イオン MnO_4^- 中のマンガン原子 Mn およびシュウ酸 $(\text{COOH})_2$ の炭素原子 C の酸化数の反応前後における変化の大きさとして最も適当な数値を、後の選択肢から一つずつ選べ。なお、それぞれの酸化、還元反応は以下の式で表される。Mn 8, C 9



- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
⑦ 7 ⑧ 8

問 2 下線部イについて、ビュレットの図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10



問 3 空欄ウに当てはまる色として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- ① 無 ② 黄 ③ 赤 ④ 赤紫 ⑤ 橙

問 4 実験器具の使い方として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

- ① メスフラスコの内部に水滴が残っていたが、そのまま用いた。
- ② ホールピペットの内部に水滴が残っていたので、加熱乾燥させてから用いた。
- ③ コニカルビーカーの内部に水滴が残っていたので、調製したシュウ酸水溶液で洗ってから用いた。
- ④ ビュレットの内部に水滴が残っていたが、そのまま用いた。
- ⑤ 滴下した過マンガン酸水溶液の体積が測定できれば良いため、ビュレットの先端部分まで過マンガン酸水溶液で満たしておく必要はない。

問5 実験の結果から求められる過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度を求めたい。

a 下線部アで調製したシュウ酸水溶液のモル濃度〔mol/L〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 13 mol/L

- ① 0.0100 ② 0.0126 ③ 0.100 ④ 0.126
⑤ 1.00 ⑥ 1.26

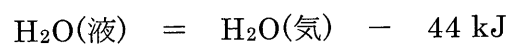
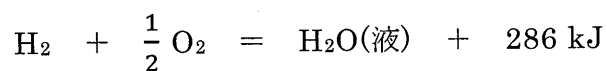
b 過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

- ① 0.0100 ② 0.0200 ③ 0.0320 ④ 0.0480
⑤ 0.100 ⑥ 0.200

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21〕

問1 H_2O (気)1 mol 中の O—H 結合をすべて切断するのに必要なエネルギー [kJ] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、H—H および O=O の結合エネルギーは、それぞれ 436 kJ/mol, 498 kJ/mol とする。また、 H_2O (液)の生成熱 [kJ/mol] および蒸発熱 [kJ/mol] は、次の熱化学方程式で表されるものとする。 15 kJ



- ① 355 ② 443 ③ 692 ④ 927 ⑤ 971

問2 気体の水への溶解度に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- a 温度が低くなるほど、溶解度が大きくなることが多い。
 b 溶解度は、一定温度のもとで、気体の圧力が高いほど大きくなる。
 c 溶解度は、気体の種類によらず、ほぼ同じである。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問3 標準大気圧下における水は、0 °C で凝固するが、食塩水などの水溶液は0 °C で凝固しない。このように溶液の凝固点が純溶媒の凝固点より低くなる現象を凝固点降下という。

溶液で凝固点が降下する理由は以下の通りである。0 °C の水に氷を浮かべると凝固する水分子と融解する水分子の数は等しい。一方、この水に溶質を加えて水溶液とすると、氷の **ア** が進む。これは、増加した溶質粒子の分だけ **イ** する水分子の数が **ウ** なり、 **ア** する水分子の数の方が **エ** なるためである。次の問い(a～c)に答えよ。

a 文章中の空欄 **ア**～**エ** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **17**

	ア	イ	ウ	エ
①	凝固	融解	少なく	多く
②	凝固	融解	多く	少なく
③	融解	凝固	少なく	多く
④	融解	凝固	多く	少なく

b 標準大気圧下で水 100 g に 1.44 g のグルコース $C_6H_{12}O_6$ を溶かして凝固点を測定したところ、 $-0.148\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。水のモル凝固点降下 $[\text{K} \cdot \text{kg/mol}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

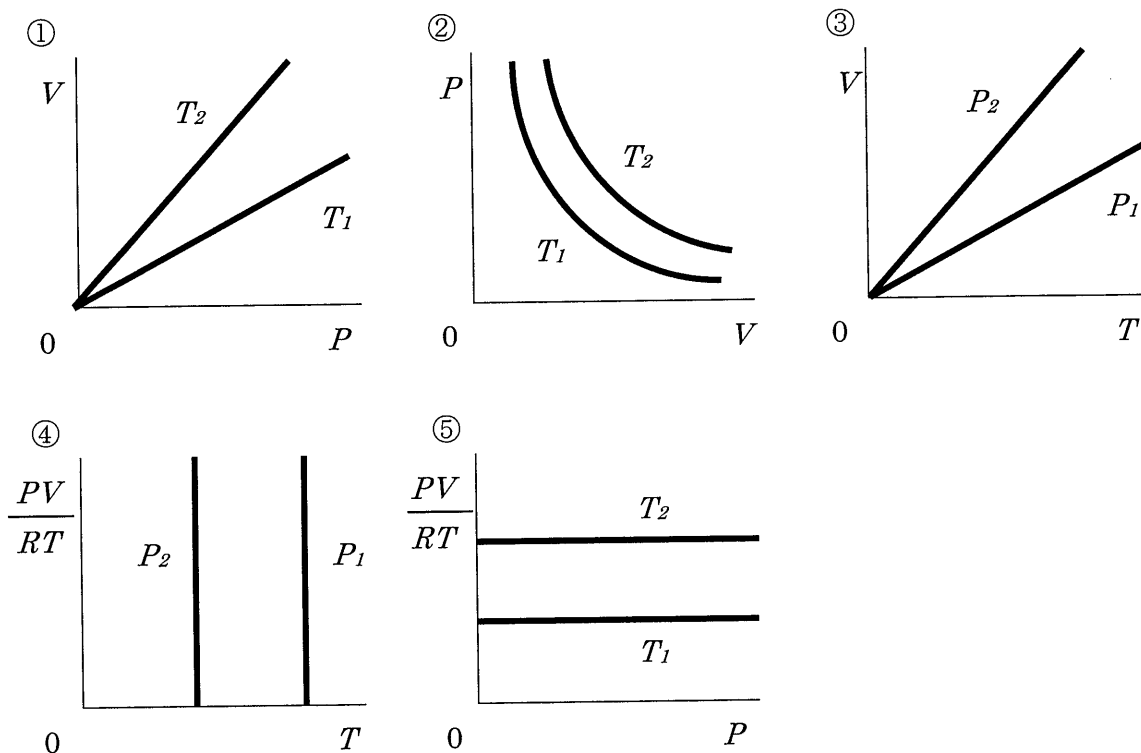
18 $\text{K} \cdot \text{kg/mol}$

- ① 0.185 ② 0.270 ③ 0.370 ④ 1.85 ⑤ 3.70
⑥ 2.70

c ある非電解質 0.30 g を水 100 g に溶解したところ、この水溶液の凝固点は $-0.093\text{ }^{\circ}\text{C}$ であった。この非電解質の分子量として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 **19**

- ① 40 ② 50 ③ 60 ④ 93 ⑤ 100
⑥ 150

問 4 1 mol の理想気体の性質を表すグラフとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 T は絶対温度 [K]、 P は圧力 [Pa]、 V は体積 [L]、 R は気体定数 [Pa・L/(mol・K)] を表す。また、 $T_1 > T_2$ 、 $P_1 > P_2$ とする。 20



問 5 フェノールフタレイン溶液を数滴加えたヨウ化カリウム KI 水溶液を、陽極および陰極ともに白金電極を用いて電気分解を行った。この電気分解に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 21

- ① 陰極付近では、酸素が発生する。
- ② 陰極付近の溶液の色が赤色に変化した。
- ③ 陽極付近では、水素が発生する。
- ④ 陽極付近の溶液の色が赤色に変化した。
- ⑤ 陽極付近の溶液の色が赤紫色に変化した。

化学の問題は次のページに続く

第 4 問 次の問い(問 1～7)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 28〕

問 1 ハロゲン化水素に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

- a ハロゲン化水素はすべて有色の気体である。
 b ハロゲン化水素はすべて刺激臭のある気体である。
 c フッ化水素酸は、褐色のガラス瓶に入れて保管する。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 2 気体 A に、わずかな量の気体 B が不純物として含まれている。液体 C にこの混合気体を通じて気体 B を取り除き、気体 A を得たい。気体 A、B および液体 C の組合せとして**適当でないもの**を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、液体 C に通じた後に混入する水蒸気は考慮する必要はない。

23

	気体A	気体B	液体C
①	CO	HCl	H ₂ O
②	O ₂	CO ₂	Ca(OH) ₂ (aq, sat)
③	N ₂	CO ₂	NaOH (aq)
④	Cl ₂	H ₂ O (g)	H ₂ SO ₄ (aq, 96 %)
⑤	NO ₂	NO	H ₂ O

- ・記号 g は気体,または蒸気の状態を示す。
- ・記号 aq は水溶液, sat は飽和の状態を示す。

問 3 一酸化炭素を用いて、464 g の四酸化三鉄 Fe_3O_4 をすべて鉄に還元するとき、一酸化炭素は少なくとも何 g 必要か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 24 g

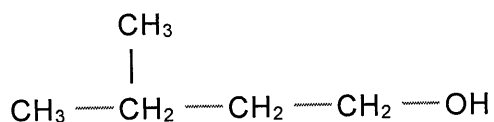
- ① 168 ② 224 ③ 244 ④ 336 ⑤ 396 ⑥ 448

問 4 硝酸銀水溶液に次の a～c の操作を行ったとき、生じる沈殿の色の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

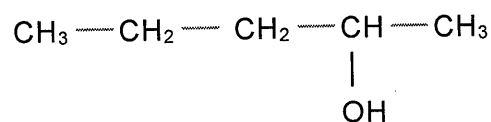
- a 塩酸を加える。
b 水酸化ナトリウム水溶液を加える。
c 硫化水素を通じる。

	a	b	c
①	白色	白色	褐色
②	白色	白色	黒色
③	白色	褐色	褐色
④	白色	褐色	黒色
⑤	褐色	白色	褐色
⑥	褐色	白色	黒色
⑦	褐色	褐色	褐色
⑧	褐色	褐色	黒色

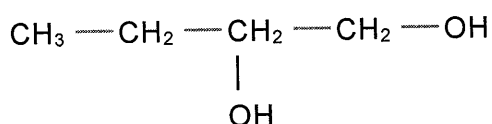
問5 つぎのアルコール ア～エ にそれぞれ適切な酸触媒を加えて加熱すると、OH 基の結合した炭素原子とその隣の炭素原子から、OH 基と H 原子がとれたアルケンが生成する。ア～エのうち、このように生成するアルケンの異性体の数が最も多いアルコールはどれで、異性体の数はいくつか。最も適当な組み合わせを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、シス-トランス異性体（幾何異性体）も区別して数えるものとする。 26



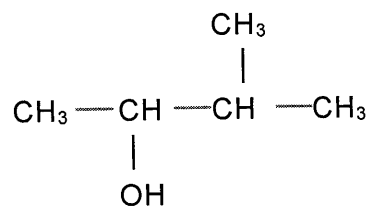
ア



イ



ウ



エ

	異性体の数が 最も多いアルコール	異性体の数
①	ア	2
②	ア	3
③	イ	2
④	イ	3
⑤	ウ	3
⑥	ウ	4
⑦	エ	3
⑧	エ	4

問 6 カルボキシ基，ヒドロキシ基，スルホ基の 3 種の有機化合物の官能基を酸性の強弱で比較して並べたときの順序として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 27

	弱 ← (酸性) → 強		
①	カルボキシ基	ヒドロキシ基	スルホ基
②	カルボキシ基	スルホ基	ヒドロキシ基
③	ヒドロキシ基	カルボキシ基	スルホ基
④	ヒドロキシ基	スルホ基	カルボキシ基
⑤	スルホ基	カルボキシ基	ヒドロキシ基
⑥	スルホ基	ヒドロキシ基	カルボキシ基

問 7 炭素，水素，酸素のみからなる有機化合物 X 37.0 mg を完全燃焼させたところ，二酸化炭素 88.0 mg と水 45.0 mg を生じた。このとき有機化合物 X の組成式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 28

- | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ | ② $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ | ③ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ |
| ④ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ | ⑤ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ | ⑥ $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{O}$ |