

# 化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～6)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  $\text{Al}^{3+}$  と物質量の比 2 : 3 で化合物をつくる多原子イオン。

- ① 塩化物イオン    ② 酸化物イオン    ③ 硫酸イオン    ④ リン酸イオン

b 水溶液を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れると、黄色の炎が見られる化合物。

- ① 炭酸ナトリウム                      ② 水酸化バリウム  
③ 硫酸銅(Ⅱ)                            ④ 硝酸カリウム

c 構成する原子間には極性があるが、分子全体としては無極性であるもの。

- ① 窒素                      ② 二酸化炭素                      ③ 水                      ④ アンモニア

問2 原子及びイオンに関する次の記述ア～ウのうちから正しいものを選んだ組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 4

ア  $Mg^{2+}$ の電子配置は、Ne原子の電子配置と同じである。

イ  $^{27}Al$ の3価の陽イオンの電子数は10であり、中性子数と等しい。

ウ Na原子とS原子のイオン化エネルギーを比較すると、Na原子の方が大きい。

- ① アのみ                      ② イのみ                      ③ ウのみ                      ④ アとイ  
 ⑤ アとウ                      ⑥ イとウ                      ⑦ アとイとウ

問3 図1は $1.0 \times 10^5 Pa$ の圧力下における、17族元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を示したものである。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。 5

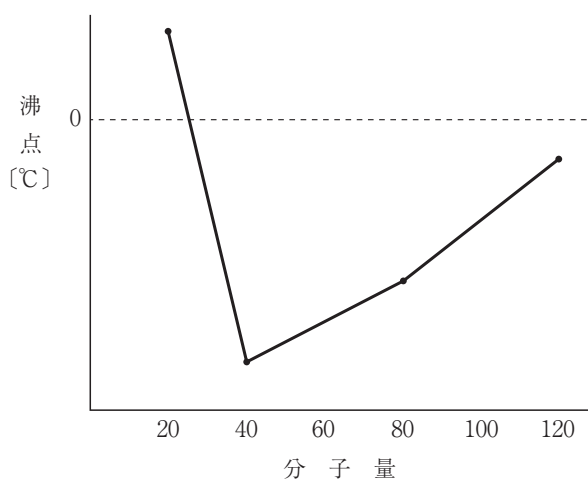
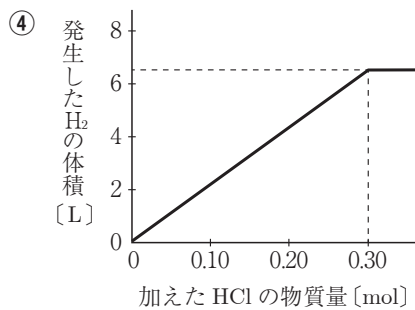
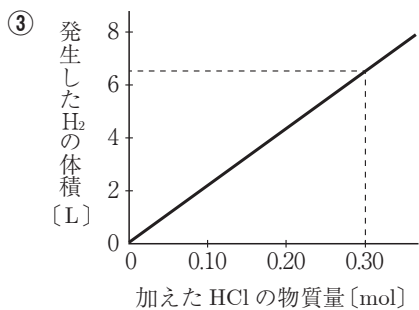
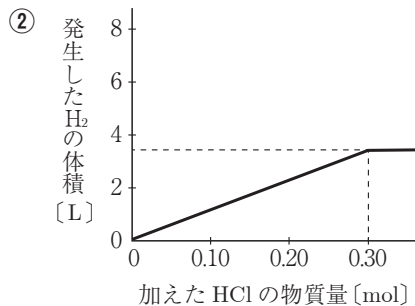
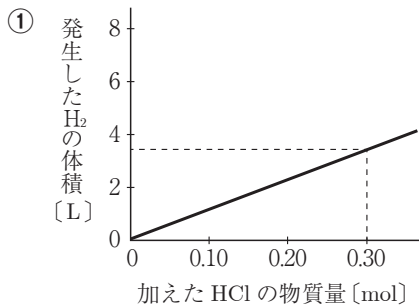


図 1

- ① 最も沸点が低いのは塩化水素HClである。  
 ② 0℃ではフッ化水素HFのみが液体として存在している。  
 ③ フッ化水素HFを除くと、分子量が大きいほど沸点が高くなっている。  
 ④ 17族元素の水素化合物はすべて2原子分子であるので、極性の大きさはどの分子も同じである。

化学基礎・化学

問4 2.7gのアルミニウムに塩酸を加えたところ、水素が発生した。加えた塩酸の物質質量〔mol〕と発生した水素の標準状態(0℃,  $1.0 \times 10^5$ Pa)における体積〔L〕の関係を表すグラフ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。 6



問5 図2は、0.10mol/Lの酢酸水溶液10mLを水酸化ナトリウム水溶液で滴定したときの滴定曲線である。この滴定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。 7

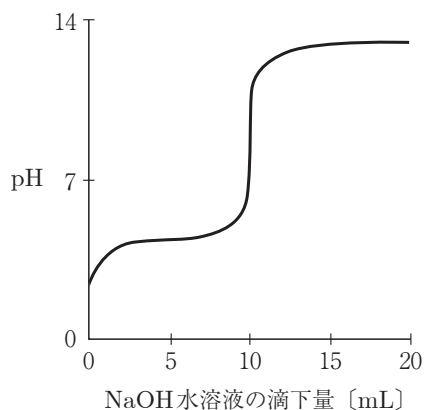


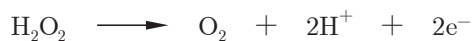
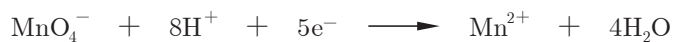
図 2

- ① この滴定では指示薬としてフェノールフタレインを用いるのが適当である。
- ② 使用した水酸化ナトリウム水溶液の濃度は0.10mol/Lである。
- ③ 滴定に用いる塩基を、同濃度の水酸化バリウム水溶液に変えると中和点までに加える水酸化バリウム水溶液の体積は20mLとなる。
- ④ 酸の水溶液を0.10mol/Lの塩酸10mLに変えても、中和点までに加える水酸化ナトリウム水溶液の体積は10mLである。

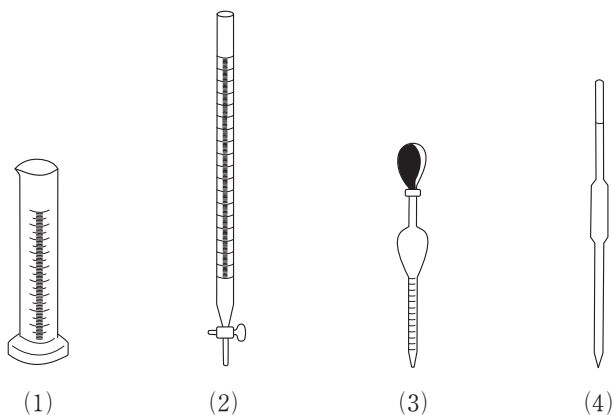
## 化学基礎・化学

問6 濃度未知の $\text{H}_2\text{O}_2$ 過酸化水素水を正確に10mLはかりとり、適量の希硫酸を加えたのち、0.020mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していったところ、20mL加えたところで溶液がわずかに赤紫色に着色した。この実験に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、過マンガン酸イオンと過酸化水素は硫酸酸性下で次のように反応する。

8



- ① この滴定の反応では、過酸化水素は酸化剤として反応している。
- ② 過酸化水素に含まれる酸素原子の酸化数は-1から0へと変化している。
- ③ 下線部 $\text{H}_2\text{O}_2$ の操作には次の器具(1)～(4)のうちの(1)が最も適している。



- ④ 過酸化水素水溶液の濃度は0.20mol/Lである。

**第2問** 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

問1 酸素9.6gと窒素5.6gの混合気体を、127℃、 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ に保つと体積は何L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  $N = 14$ 、 $O = 16$ 、気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  とする。  L

- ① 8.3                      ② 17                      ③ 33                      ④ 66

問2 水の蒸気圧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 水の蒸気圧は温度によって決まった値をとる。  
② 温度が一定の状態では、容器の体積が2倍になれば水の蒸気圧は2倍になる。  
③ 外気圧と蒸気圧が等しくなった温度が、水の沸点である。  
④ 水溶液の沸点が純水の沸点よりも高くなるのは、蒸気圧が低下するためである。

問3 図1は3種類の物質の溶解度曲線である。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。 3

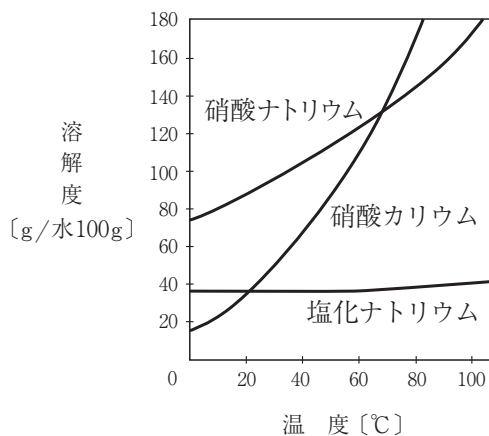


図 1

- ① 30℃から60℃で100gの水に最も溶けにくい物質は塩化ナトリウムである。
- ② 10℃の水100gに50g以上溶ける物質は硝酸ナトリウムのみである。
- ③ 50℃の飽和水溶液100gに含まれる溶質の質量が最大の物質は硝酸ナトリウムである。
- ④ 水100gに20gの溶質を溶かした溶液を0℃まで冷却しても結晶が析出する溶液はない。

問4 非電解質の物質Xの0.025gを水に溶かして500mLとした溶液の27℃における浸透圧は $6.9 \times 10^2 \text{ Pa}$ である。Xの分子量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。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。 4

- ① 90
- ② 120
- ③ 180
- ④ 240

化学基礎・化学

問5 図2は五つの反応に関するエネルギーの変化を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

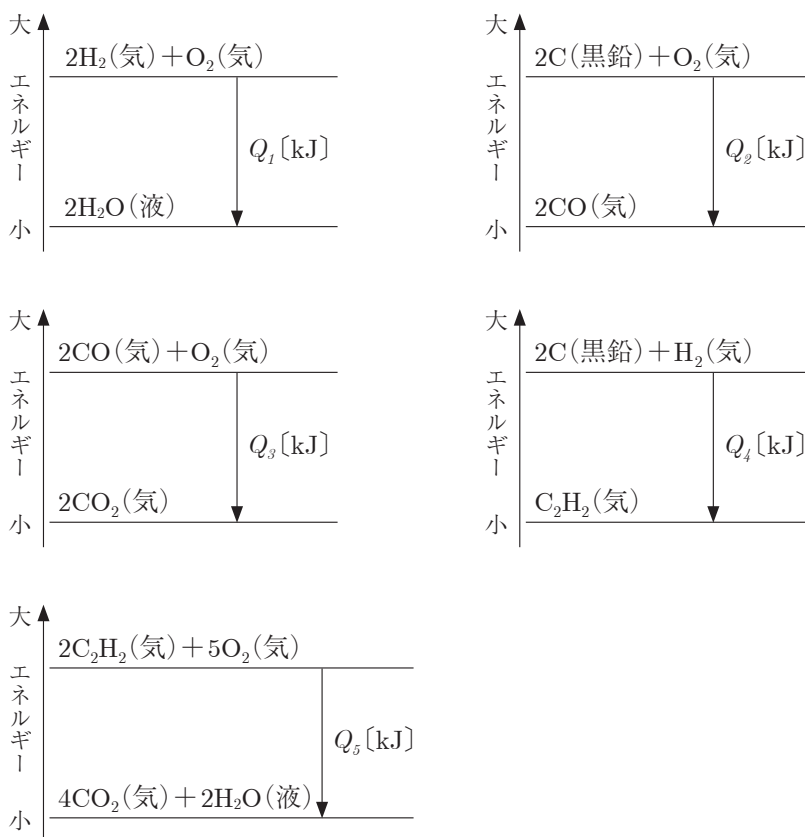


図 2

- ① 水(液)の生成熱は  $\frac{1}{2}Q_1$  [kJ/mol] である。
- ② 炭素(黒鉛)の燃焼熱は  $\frac{1}{2}Q_2$  [kJ/mol] である。
- ③ 一酸化炭素(気)の燃焼熱は  $\frac{1}{2}Q_3$  [kJ/mol] である。
- ④ アセチレン(気)の生成熱は  $Q_4$  [kJ/mol] である。
- ⑤ アセチレン(気)の燃焼熱は  $\frac{1}{2}Q_5$  [kJ/mol] である。





## 化学基礎・化学

問 8 0.10mol/L 酢酸水溶液 10mL と 0.10mol/L 酢酸ナトリウム水溶液 10mL を混合すると緩衝液となる。この緩衝液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 この緩衝液中では、共通イオン効果により、酢酸ナトリウムの電離が抑制されている。
- ② この緩衝液を水で10倍に薄めると、pHは1大きくなる。
- ③ 0.10mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 20mL と 0.10mol/L 酢酸水溶液 10mL を混合した溶液も同様に緩衝液となる。
- ④ 0.10mol/L アンモニア水 10mL と 0.10mol/L 塩化アンモニウム水溶液 10mL を混合した溶液も緩衝液となる。

**第3問** 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 20)

**問1** 濃硫酸の性質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。

- ① 濃硫酸は吸湿性が高いので、スクロースに濃硫酸を加えると炭化する。
- ② 濃硫酸は蒸発熱が大きいので、希硫酸をつくるときは、水をかき混ぜながら濃硫酸を少しずつ注ぐ。
- ③ 濃硫酸は電離度がほぼ1の強酸であるので、塩化ナトリウムと混合して加熱すると、塩化水素が発生する。
- ④ 加熱した濃硫酸には強い酸化作用があり、銅や銀などを溶かして二酸化硫黄が発生する。

**問2** 黒鉛とダイヤモンド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 黒鉛は鉛筆のしんなどのほか、電気をよく導くので電極に用いられる。
- ② ダイヤモンドはあらゆる物質の中で最も硬いので、工具の刃などにも用いられる。
- ③ 黒鉛とダイヤモンドはともに炭素の同位体である。
- ④ 黒鉛とダイヤモンドは共に完全燃焼により二酸化炭素を生じる。

問3 図1の反応容器のAに銅片を、Bに濃硝酸を入れた。反応容器を傾けBの濃硝酸をAに移し、発生する気体をCで捕集した。これに関する記述として最も適切なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

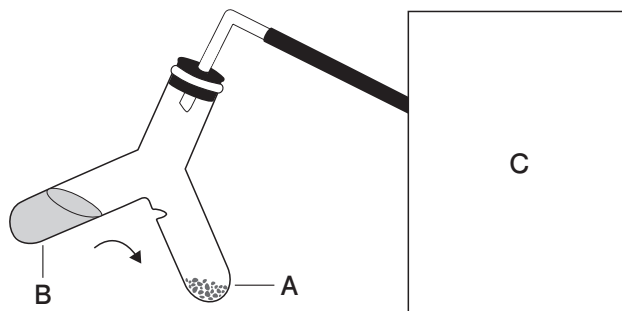


図 1

- ① 図中のCの捕集法には、上方置換が適している。
- ② 発生する気体は、無色で刺激臭をもつ。
- ③ 発生する気体は、水に溶けて硝酸になる。
- ④ 発生する気体には、還元作用があり、紙や繊維などの漂白に用いられる。

## 化学基礎・化学

問4 次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる化合物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。 **4**

化合物 **ア** は水に溶け、加水分解により弱塩基性を示す。雨水には、大気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため弱酸性であるが、石灰石が多く存在する地域では、地下水が **ア** 水溶液と同様に、弱塩基性を示す場合がある。これは **イ** が水に含まれているためと考えられる。

	ア	イ
①	炭酸水素ナトリウム	炭酸カルシウム
②	炭酸水素ナトリウム	炭酸水素カルシウム
③	硫酸水素ナトリウム	炭酸カルシウム
④	硫酸水素ナトリウム	炭酸水素カルシウム

問5 銀の単体と化合物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 銀の単体は、電気伝導性と熱伝導性がすべての金属の中で最大である。
- ② 臭化銀は淡黄色の水に溶けにくい固体であるが、光をあてると銀の粒子が遊離する。
- ③ 硝酸銀水溶液に硫化水素を通じると、黒色の硫化銀の沈殿が生じる。
- ④ 硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると褐色の酸化銀の沈殿を生じるが、過剰に加えると沈殿が溶けて無色の水溶液となる。

第4問 次の各問い(問1～10)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 30)

問1 次の異性体についての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 ジクロロメタンには異性体が存在しない。
- ② ジクロロエタンには2種の異性体が存在する。
- ③ トリクロロエタンには、光学異性体を含めると3種の異性体が存在する。
- ④ ジクロロプロパンには、光学異性体を含めると5種の異性体が存在する。

問2 同体積の次の炭化水素①～④を同温・同圧のもとで完全燃焼させるとき、最も多量の酸素を必要とするものはどれか。適当なものを一つ選べ。

- ① エタン                      ② エチレン                      ③ プロパン                      ④ プロペン

問3 炭化水素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。

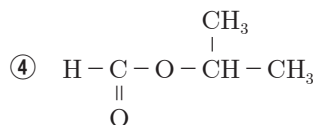
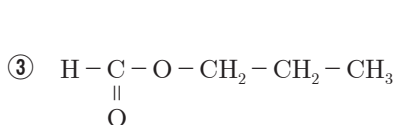
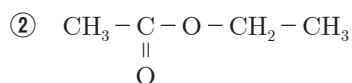
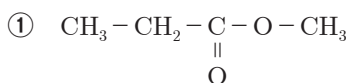
- ① メタンは安定な構造をもつので、ハロゲンの単体とは反応しない。
- ② エチレンを臭素水に通じると置換反応が起こり1,2-ジブロモエタンが生成する。
- ③ エタン、エチレン、アセチレンの炭素原子間の結合の長さはすべて等しい。
- ④ アセチレンは、炭化カルシウムと水の反応により生成する。

問4 脂肪族化合物の反応に関する次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に当てはまる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。 **4**

エタノールと濃硫酸の混合物を約170℃に加熱すると、主に **ア** が生成し、エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液とともに穏やかに加熱すると **イ** が生成する。 **イ** をフェーリング液とともに加熱すると、 **ウ** 色の沈殿を生じる。

	ア	イ	ウ
①	エチレン	アセトアルデヒド	赤
②	エチレン	アセトアルデヒド	白
③	エチレン	ホルムアルデヒド	赤
④	エチレン	ホルムアルデヒド	白
⑤	ジエチルエーテル	アセトアルデヒド	赤
⑥	ジエチルエーテル	アセトアルデヒド	白
⑦	ジエチルエーテル	ホルムアルデヒド	赤
⑧	ジエチルエーテル	ホルムアルデヒド	白

問5 次の化合物①~④のうちから、加水分解すると、銀鏡反応を示す化合物とヨードホルム反応を示す化合物が得られるものを一つ選べ。 **5**



問6 図1の反応で生成するベンゼンの一置換体A～E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。 6

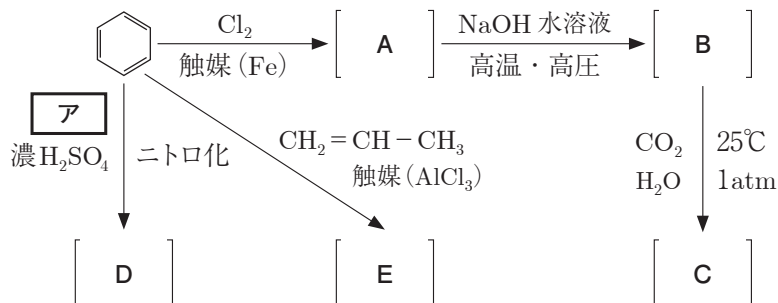


図 1

- ① 化合物A, D, Eは、いずれも水に溶けにくい中性の物質である。
- ② 化合物Dの合成に用いる試薬 ア としては、濃硝酸が適当である。
- ③ さらし粉水溶液に化合物Cを加えると、赤紫色を呈する。
- ④ 化合物Bの水溶液に二酸化炭素を通じると、化合物Cが生成するのは、Cの酸性が炭酸よりも弱いからである。

問7 次の記述ア～ウのうち、サリチル酸とアセチルサリチル酸の両方に当てはまる  
ものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 7

- ア ベンゼンのオルト二置換体である。  
イ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素を発生する。  
ウ 解熱鎮痛剤として現在も用いられている。

- ① アのみ                      ② イのみ                      ③ ウのみ                      ④ アとイ
- ⑤ アとウ                      ⑥ イとウ                      ⑦ アとイとウ



問8 ニトロベンゼンからアニリンを図2の経路で合成した。図中のAに当てはまる反応名とBに当てはまる試薬の化学式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。 8

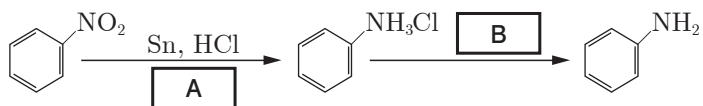


図 2

	A	B
①	酸化	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
②	酸化	NaOH
③	還元	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
④	還元	NaOH

問9 糖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。

9

- ① デンプン、セルロース、グリコーゲンはいずれもグルコースからなる多糖である。
- ② セルロースは熱湯に溶けて、ヨウ素デンプン反応を示す。
- ③ アミラーゼはデンプンを加水分解してグルコースにする酵素である。
- ④ マルトース、ラクトース、スクロースはいずれも二糖で還元性を示す。

化学基礎・化学

問10 高分子化合物Aはテレフタル酸と1,2-エタンジオール(エチレングリコール)を縮合させて得られ、合成繊維や合成樹脂として多量に使われている。化合物Aの構造として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 10

