

化学 I

(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 純物質であるもの。

- ① 空気 ② 石油 ③ ドライアイス ④ 塩酸

b 価電子数の多い順に並べたもの。

- ① $F > Ne > Mg$ ② $F > Mg > Ne$
③ $Mg > Ne > F$ ④ $Ne > F > Mg$

c 1分子中に含まれる電子の総数が10であるもの。

- ① 一酸化炭素 ② メタン ③ 窒素 ④ 硫化水素

問2 周期表に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 現在の周期表は、元素を原子量の順に並べたものである。
② 周期表の第3周期に属する元素の原子の最外電子殻はM殻である。
③ ヘリウムとベリリウムの最外殻電子数は、ともに2なので、周期表の同じ族に属している。
④ 5族の元素には金属元素と非金属元素がある。

問3 地球環境に関する次の記述中の空欄 **5** ~ **8** に当てはまる語句として最も適当なものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

酸性雨とは、pH **5** 以下の雨のことである。酸性雨の主な原因としては、石油や石炭などの化石燃料の燃焼によって発生する **6** があげられる。**7** は、冷蔵庫やクーラーなどの冷媒として広く用いられていたが、オゾン層を破壊することが知られて以来、生産の禁止、規制がはかられている。また、塩素を含むプラスチックを焼却する際には、有害物質である **8** の発生が懸念されている。

- ① 5.6 ② 7.0 ③ 二酸化炭素
④ 二酸化硫黄 ⑤ フロン ⑥ ダイオキシン

問4 アルゴン (Ar) とエタン (C_2H_6) の混合気体 10 L (標準状態) を完全燃焼させたところ、標準状態 ($0^\circ C$, $1.01 \times 10^5 Pa$) で 22.4 L の酸素が消費された。この混合気体中のアルゴンの標準状態 ($0^\circ C$, $1.01 \times 10^5 Pa$) における体積は何 L か。最も適当な数値を次の①~④のうちから一つ選べ。 **9** L

- ① 1.8 ② 3.2 ③ 3.6 ④ 6.4

化学 I

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次のエネルギー図(図1)をもとに、下の問い(a・b)に答えよ。

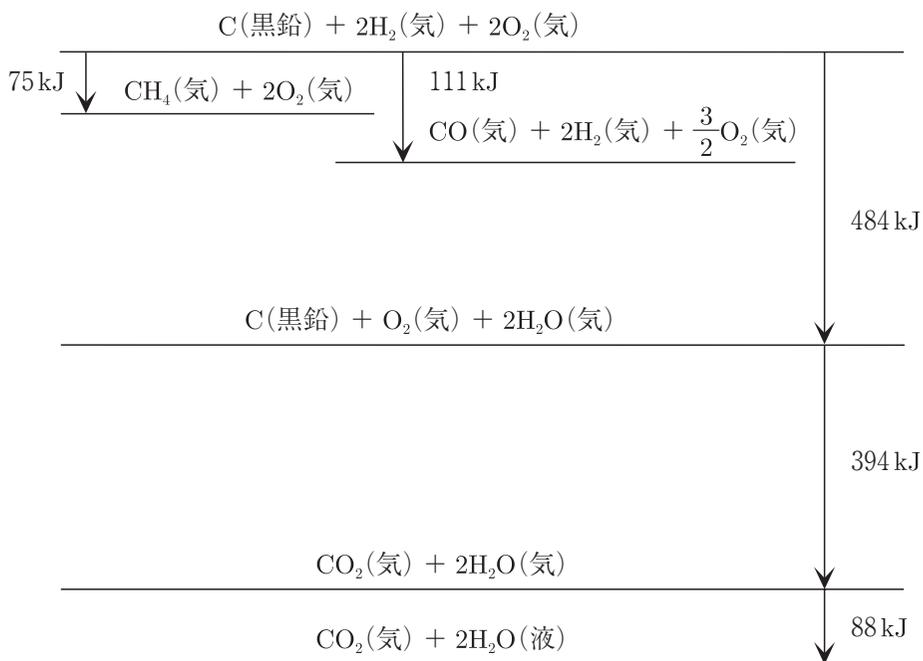


図 1

a 図1をもとにした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。ただし、原子量は C = 12 とする。

- ① 6.0 g の黒鉛を完全燃焼させると、197 kJ の熱量が発生する。
- ② 一酸化炭素の燃焼熱は 373 kJ/mol である。
- ③ メタンの生成熱は 75 kJ/mol である。
- ④ 液体の水 1 mol がもっているエネルギーより、気体の水 1 mol がもっているエネルギーのほうが 44 kJ 大きい。

b メタンの燃焼熱は何 kJ/mol 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、燃焼によって生成する水は液体であるとする。

kJ/mol

- ① 803 ② 891 ③ 953 ④ 1041

問2 次のア～エの化合物のうちで、その水溶液が塩基性を示すもの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。

ア Na_2O イ SO_2 ウ NH_4Cl エ CH_3COONa

- ① アとイ ② アとウ ③ アとエ
④ イとウ ⑤ イとエ ⑥ ウとエ

問3 次の記述に関する下の問い(a・b)に答えよ。

濃度不明の塩酸 20.0 mL を中和するのに、 5.0×10^{-2} mol/L の水酸化バリウム水溶液を 10.0 mL 要した。

a この水酸化バリウム水溶液の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は何 mol/L 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、水酸化バリウムは完全に電離しているものとする。 mol/L

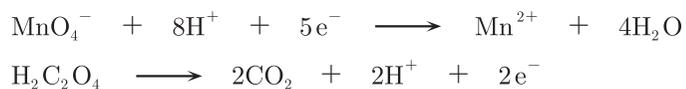
- ① 1.0×10^{-13} ② 2.0×10^{-13} ③ 1.0×10^{-1} ④ 5.0×10^{-2}

b この塩酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 mol/L

- ① 1.0×10^{-2} ② 2.5×10^{-2} ③ 5.0×10^{-2} ④ 1.0×10^{-1}

化学 I

問 4 硫酸酸性にしたシュウ酸水溶液に、過マンガン酸カリウム水溶液を加えると、以下の反応が起こる。



これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a この反応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 過マンガン酸イオンは、電子を受け取っているので還元されている。
- ② 過マンガン酸カリウム中のマンガン原子の酸化数は+7から+2に減少している。
- ③ シュウ酸は電子を失っているので還元剤としてはたらいっている。
- ④ シュウ酸中の炭素原子の酸化数は、+2から+4に増加している。

b 1.0molの過マンガン酸カリウムと過不足なく反応するシュウ酸の物質量は何molか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 mol

- ① 0.20
- ② 0.40
- ③ 2.5
- ④ 5.0

問5 図2はダニエル電池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。

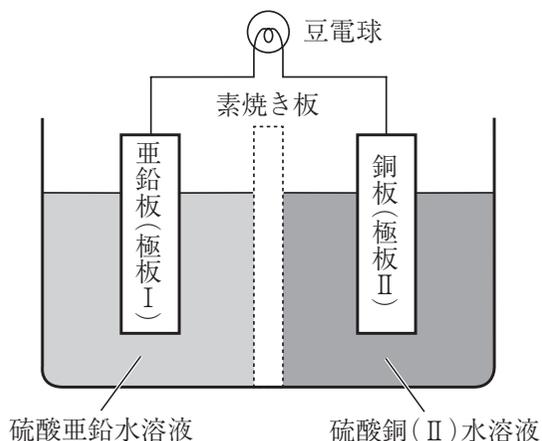


図 2

a 40分間放電したところ、極板Ⅱが1.6g重くなった。極板Ⅰで溶出した亜鉛の物質量は何mol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Cu=64とする。 mol

- ① 0.013 ② 0.025 ③ 0.050 ④ 0.10

b ダニエル電池に関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 極板Ⅰからは気体が発生する。
 ② 素焼き板は電解液の混合を防ぎ、同時に両溶液間のイオンの移動を可能にするために用いられている。
 ③ 電流は極板Ⅰから極板Ⅱへと流れている。
 ④ 放電の前後で硫酸亜鉛水溶液中の Zn^{2+} 濃度は変化しない。

化学 I

第3問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の文章中の空欄 ～ に当てはまる語句として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

硫黄を空气中で燃やすと二酸化硫黄になる。二酸化硫黄を を触媒として空気酸化すると が生じる。 を水と反応させることによって硫酸がつくられる。この硫酸の製造法を という。

- | | |
|--------------|--------------|
| ① 三酸化硫黄 | ② 亜硫酸 |
| ③ 白金 | ④ 酸化バナジウム(V) |
| ⑤ ハーバー・ボッシュ法 | ⑥ 接触法 |

問2 次のア～エの操作により発生する気体に関する下の問い(a・b)に答えよ。

ア 銅に濃硝酸を加える。

イ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。

ウ 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。

エ 塩化アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。

a ア～エの操作により得られた気体のうち、赤褐色のものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

① ア

② イ

③ ウ

④ エ

b ア～エの操作により得られた気体の性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。 5

① アの操作によって得られた気体を水に溶かすと、水溶液は酸性を示す。

② イの操作によって得られた気体は水によく溶ける。

③ ウの操作によって得られた気体と、エの操作によって得られた気体を混合すると、白煙が生じる。

④ これらの気体のうちで、上方置換で捕集することが適しているのは、エの操作で得られた気体のみである。

問3 次の記述ア～ウに当てはまる化合物を、下の①～④のうちから一つずつ選べ。

ア 生石灰とよばれ、水と反応した際に多量の熱を発生する。発熱剤・乾燥剤として用いられている。 6

イ 水に溶けて強い塩基性を示す。水溶液は二酸化炭素の検出に用いられる。

7

ウ 石灰石や大理石の主成分で、塩酸と反応して二酸化炭素を発生する。 8

① CaO

② Ca(OH)₂

③ CaCO₃

④ CaSO₄

化学 I

問 4 鉄と鉄イオンの性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。 9

- ① 鉄は希硝酸には気体を発生して溶けるが、濃硝酸には溶解しない。
- ② 酸化鉄を溶鉱炉で還元して得られる銑鉄は、炭素を数%含むため、硬いがもろい。
- ③ Fe^{3+} を含む水溶液にヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生じる。
- ④ Fe^{3+} を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると赤褐色の沈殿が生じ、過剰に加えても沈殿は溶解しない。

問 5 Al^{3+} と Zn^{2+} を含む水溶液から、一方のイオンだけを沈殿で分離できる試薬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、試薬は多量に加えるものとする。 10

- ① 希塩酸
- ② アンモニア水
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液
- ④ 硫化水素(酸性下で加える)

化学 I

第 4 問 次の各問い(問 1 ~ 7)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕 (配点 25)

問 1 異性体に関する次の記述①~④のうちから、正しいものを一つ選べ。

- ① ジクロロメタンには 2 種類の異性体が存在する。
- ② エタノールとジエチルエーテルは異性体の関係にある。
- ③ 1-ブテンには幾何異性体が存在する。
- ④ 乳酸には光学異性体が存在する。

問 2 アセトアルデヒドおよびアセト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。

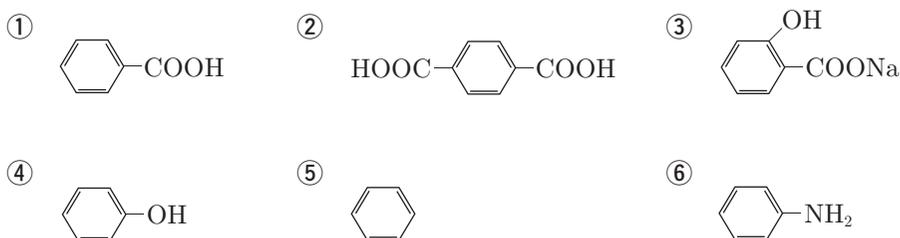
- ① アセトアルデヒドもアセトンもフェーリング液を加えてあたためると、酸化銅(I)の赤色沈殿を生じる。
- ② クメン法でフェノールを合成するとき、同時にアセトンも生じる。
- ③ 酢酸カルシウムを空気を断って加熱分解(乾留)すると、アセトンが生じる。
- ④ アセトアルデヒドもアセトンも、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えてあたためると、黄色の結晶を生じる。

問3 次の記述ア～ウに当てはまる化合物として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

ア トルエンを過マンガン酸カリウムで酸化すると得られる。 3

イ ナトリウムフェノキシドに、高温・高圧のもとで二酸化炭素を作用させると得られる。 4

ウ ニトロベンゼンをスズと塩酸で還元すると得られる。 5



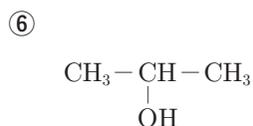
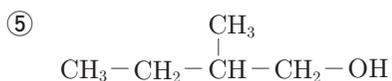
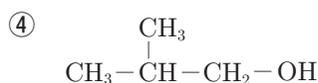
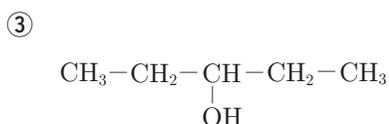
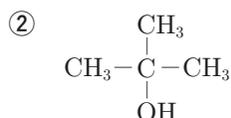
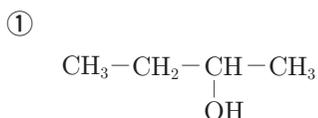
問4 油脂およびセッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 構成脂肪酸に不飽和脂肪酸を多く含む油脂に水素を付加したものを、硬化油という。
- ② 構成脂肪酸としてオレイン酸($C_{17}H_{33}COOH$)のみを含む油脂は、1分子中に炭素－炭素間の二重結合を三つ含む。
- ③ セッケンの水溶液に油脂を入れてふると、セッケンが疎水性部分を油に向けて油脂の小滴を取り囲む。
- ④ セッケンは Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む水の中では加水分解してしまうため、使用できない。

化学 I

問5 以下の条件 a ~ e に当てはまる X および Y の構造式として最も適当なものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。X 7 Y 8

- a X, Y は不斉炭素原子をもたないアルコールである。
- b X および Y を硫酸酸性下の二クロム酸カリウム水溶液でおだやかに酸化すると X からは A, Y からは B がそれぞれ得られた。
- c A および B をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱したところ、B のみから銀が析出した。
- d X および Y に濃硫酸を加えて 160~170℃ に加熱したところ、ともにアルケンが得られた。
- e X から得られたアルケンには幾何異性体が存在した。



問6 7.0g のアルケン C_nH_{2n} に臭素を完全に反応させ、47g の臭化物 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Br}_2$ を得た。このアルケンの炭素数 n 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、原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{C}=12$, $\text{Br}=80$ とする。 9

① 2

② 3

③ 4

④ 5

問7 安息香酸，フェノール，*o*-キシレンのジエチルエーテル溶液について，操作ア～エの順序で分離実験を行った。この実験の結果または考察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。 10

操作ア ジエチルエーテル溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え，分液ろうとで上層と下層を分離した。

操作イ 操作アで得られた下層に二酸化炭素を吹き込み十分反応させたのち，ジエチルエーテル溶液を加え，分液ろうとで上層と下層を分離した。

操作ウ 操作イの上層から溶媒を蒸発させると，白色結晶が得られた。

操作エ 操作イの下層に希塩酸を加えると，白色結晶が得られた。

- ① 操作アの上層には *o*-キシレンが分離されている。
- ② 操作アの下層には安息香酸とフェノールがナトリウム塩として溶けている。
- ③ 操作イで二酸化炭素を吹き込んだとき，フェノールの白色結晶が遊離している。これはフェノールのほうが炭酸よりも強い酸であることを利用している。
- ④ 操作エで析出した白色結晶は安息香酸である。