

化学 I

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～d に当てはまるものを、それぞれの解答群①～⑤のうちから一つずつ選べ。

a 窒素原子の L 殻に含まれる電子の数。

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

b 塩化物イオンよりイオン半径が大きいもの。

- ① F^- ② Na^+ ③ Mg^{2+} ④ S^{2-} ⑤ Al^{3+}

c ^{35}Cl と ^{36}Ar とで同じであるもの。

- ① 原子番号 ② 陽子の数 ③ 質量数
④ 中性子の数 ⑤ 中性の原子の電子数

d 結晶の延性・展性が大きい物質。

- ① 塩化ナトリウム ② ナフタレン ③ ダイヤモンド
④ ドライアイス ⑤ 銅

問2 有効数字に関する次の文章を読み、空欄 **ア**、**イ** に入る最も適切な数値の組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

化学実験は、測定値の誤差や有効数字を常に意識して行わなければならない。メスシリンダー、ビュレット、温度計などを用いる場合、通常、最小目盛りの10分の1までを目分量で読む。このようにして得られる数値は必ず誤差を含んでおり、例えば目盛りを0.150と読んだときは有効数字3桁の数値であり、±0.0005の誤差が含まれている。

このことから、一般に数値を足したり引いたりする場合には、測定値の末尾を四捨五入などで処理し、位取りの高いものに末尾を合わせて計算する。例えば、1.00Lの純水に200.0mLの純水を加えた場合の体積は **ア** Lである。

また、数値をかけたり割ったりする場合には、桁数が最も少ないものより1桁多く計算し、答えの桁数は、四捨五入により桁数の最も少ない数値に合わせる。例えば、塩化ナトリウム(式量58.5)0.24gの物質量は **イ** molである。

	ア	イ
①	1.2	4.1×10^{-3}
②	1.2	4.10×10^{-3}
③	1.20	4.1×10^{-3}
④	1.20	4.10×10^{-3}
⑤	1.200	4.1×10^{-3}
⑥	1.200	4.10×10^{-3}

問3 メタンとエタンの混合気体0.15molを完全に燃焼させて二酸化炭素と水にするために、標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)で8.4Lの酸素を必要とした。燃焼前のメタンとエタンの物質量の比(メタンの物質量:エタンの物質量)として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **6**

- ① 1 : 3 ② 1 : 2 ③ 1 : 1 ④ 2 : 1

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

問1 水素の燃焼熱は 286 kJ, アセチレンの燃焼熱は 1306 kJ, エチレンの燃焼熱は 1415 kJ である。これらを利用して 1 mol のアセチレンに水素が付加して 1 mol のエチレンが生成するときの反応熱を計算すると何 kJ 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, 燃焼によって生成する水はすべて液体であるとする。 kJ

- ① -395 ② -177 ③ 177 ④ 395

問2 次の記述ア～ウの正誤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。

ア プレンステッドによる酸・塩基の定義では同一の物質でも反応の相手によって酸としてはたらいたり, 塩基としてはたらいたりしている。

イ 同じ電解質溶液ならば, 電離度はその濃度や温度に関わらず一定値を示す。

ウ 一般に 1 価の酸よりも 2 価の酸の方が強い酸である。

	ア	イ	ウ
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 次のア～オの溶液を水素イオン濃度の大きい順に並べたものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 3

ア 0.1 mol/L の水酸化カリウム水溶液

イ 0.1 mol/L の塩化ナトリウム水溶液

ウ 0.2 mol/L の塩酸と 0.2 mol/L のアンモニア水を同体積ずつ混合した溶液

エ 0.2 mol/L の酢酸と 0.2 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を同体積ずつ混合した溶液

オ 0.1 mol/L の塩酸

① オ>エ>イ>ウ>ア

② ア>イ>エ>ウ>オ

③ オ>イ>エ>ウ>ア

④ オ>ウ>イ>エ>ア

問4 塩素系の漂白剤と酸性の洗剤を混合すると、以下の反応が起こり、塩素が発生して大変危険である。



この反応に関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

① NaClO が還元剤としてはたらき、NaClO 中の塩素原子の酸化数は $-1 \rightarrow 0$ と変化している。

② NaClO が還元剤としてはたらき、NaClO 中の塩素原子の酸化数は $+1 \rightarrow -1$ と変化している。

③ NaClO が酸化剤としてはたらき、NaClO 中の塩素原子の酸化数は $+1 \rightarrow -1$ と変化している。

④ NaClO が酸化剤としてはたらき、NaClO 中の塩素原子の酸化数は $+1 \rightarrow 0$ と変化している。

⑤ 反応式中に酸化数の変化した原子がないので、この反応は酸化還元反応ではない。

化学 I

問5 図1に示すような電気分解の装置に、一定の時間電流を流したところ、B槽の白金電極の質量が0.16g増加した。次の問いa～cに答えよ。ただし、A槽の隔膜は陽イオンのみを通過させるものとし、原子量はCu=64、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ であるとする。

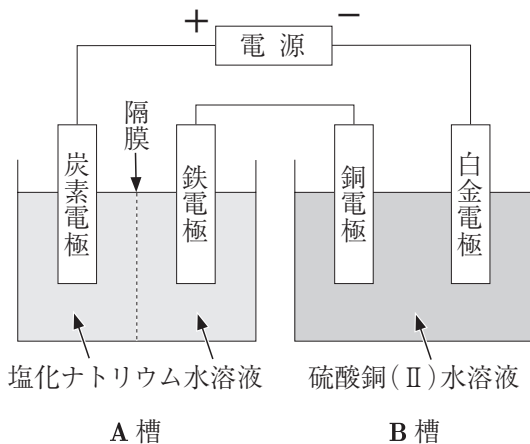


図 1

a A槽において電気分解により陽極で発生した気体と、電気分解後の陰極側の水溶液の液性の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

	陽極で発生した気体	陰極側の液性
①	酸素	塩基性
②	酸素	中性
③	酸素	酸性
④	塩素	塩基性
⑤	塩素	中性
⑥	塩素	酸性

b 流れた電気量は何 C か。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。 C

- ① 2.4×10^2 ② 4.8×10^2 ③ 2.4×10^3 ④ 4.8×10^3

c A 槽の陰極で発生した気体の体積は標準状態で何 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，発生する気体は水に溶けないものとする。 L

- ① 5.6×10^{-3} ② 2.2×10^{-2} ③ 2.8×10^{-2} ④ 5.6×10^{-2}

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 濃硫酸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。

- ① 吸湿性が強く、乾燥剤に用いられる。
- ② グルコースに濃硫酸を加えると、脱水作用で炭素が残るので黒くなる。
- ③ 熱せられた濃硫酸には強い酸化作用があり、銅や銀とも反応して二酸化硫黄を発生する。
- ④ 希釈熱が大きいので、うすめるときは濃硫酸に水を少しずつかきまぜながら加えていく。

問2 次の気体ア～オについて、下の問い(a・b)に答えよ。

ア 酸素 イ 二酸化硫黄 ウ 塩化水素 エ 二酸化窒素

a 漂白作用を示すものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ

b 次の操作①～④のうちで、気体ア～エのいずれの製法にもなり得ないものを一つ選べ。

- ① 過酸化水素に酸化マンガン(IV)を加える。
- ② 銅に濃硝酸を加える。
- ③ 硫化鉄(II)に希硫酸を加える。
- ④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えておだやかに加熱する。

問3 ナトリウムとカルシウムの炭酸塩に関する次の記述ア～ウの正誤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。 4

ア Na_2CO_3 と CaCO_3 に塩酸を加えると、ともに二酸化炭素が発生する。

イ Na_2CO_3 と CaCO_3 は、ともに水に溶けやすい。

ウ Na_2CO_3 と CaCO_3 を加熱すると、ともに容易に分解し酸化物と二酸化炭素になる。

	ア	イ	ウ
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

化学 I

問 4 図 1 はアルミナ(酸化アルミニウム)からアルミニウムを取り出す電解炉の模式図である。この装置を用いたアルミニウムの製造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

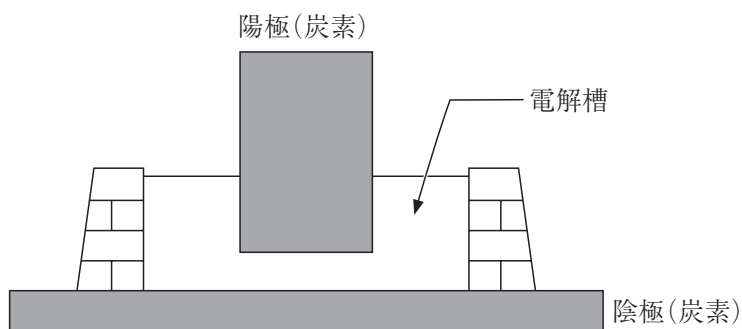


図 1

- ① アルミナ(酸化アルミニウム)は、ボーキサイト(主成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)を化学的に処理することによって得られる。
- ② アルミナ(酸化アルミニウム)の融点は非常に高いので、氷晶石を混合することによって融点を下げて融解している。
- ③ 陽極では酸化物イオンが電子を失う酸化反応が起こり、酸素が発生する。
- ④ 陰極ではアルミニウムイオンが電子を受け取って還元され、単体のアルミニウムが生成する。

問5 Ag^+ , Al^{3+} , Cu^{2+} および Fe^{3+} を含む水溶液がある。これに次に示す 3 段階の操作ア～ウを行った。

ア 塩酸を十分に加え、生じた沈殿 **A** をろ過した。

イ アのろ液 **B** にアンモニア水を反応が完全に進むまで過剰に加え、生じた沈殿 **C** をろ過して分離し、ろ液を **D** とした。

ウ イでろ紙上に残った沈殿 **C** に純水を注ぎよく洗ったのち、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加え、生じた沈殿 **E** をろ過し、ろ液を **F** とする。

沈殿 **A**, **E** およびろ液 **F** に含まれている金属イオンはそれぞれ何か。その組合せとして正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

	沈殿 A	沈殿 E	ろ液 F
①	Ag^+	Fe^{3+}	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
②	Ag^+	Fe^{3+}	Cu^{2+}
③	Ag^+	Al^{3+}	Fe^{3+}
④	Ag^+	Cu^{2+}	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
⑤	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
⑥	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ag^+
⑦	Fe^{3+}	Cu^{2+}	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
⑧	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Ag^+

第 4 問 次の各問い(問 1 ~ 3)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕 (配点 25)

問 1 図 1 のような装置を用いて、炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物 30.0 mg を完全に燃焼し、生成する二酸化炭素と水蒸気をそれぞれの吸収剤に完全に吸収させた。吸収剤の質量増加から二酸化炭素は 66.0 mg、水は 36.0 mg 生成したことがわかった。次の問い a ~ e に答えよ。

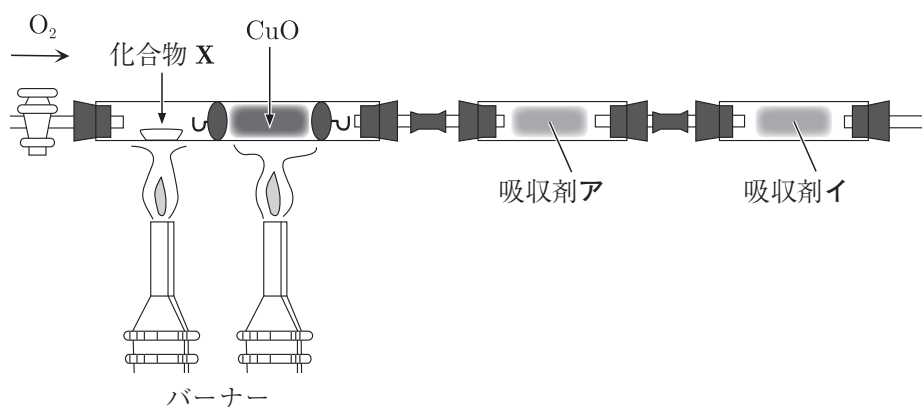


図 1

a 図 1 の吸収剤アおよび吸収剤イにはどのような物質を用いればよいか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- ① 吸収剤アはソーダ石灰、吸収剤イは塩化カルシウム
- ② 吸収剤アはソーダ石灰、吸収剤イはシリカゲル
- ③ 吸収剤アは塩化カルシウム、吸収剤イはシリカゲル
- ④ 吸収剤アは塩化カルシウム、吸収剤イはソーダ石灰

b この有機化合物の組成式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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。 2

- ① CH_4O ② C_2H_6O ③ C_3H_8O ④ $C_4H_{10}O$

c 得られた組成式について、水素原子、炭素原子、酸素原子それぞれの価標を考えることにより、この有機化合物の分子量を決定することができる。分子量として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 46.0 ② 60.0 ③ 64.0 ④ 74.0 ⑤ 120

d この有機化合物に存在する構造異性体は何種類か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4 種類

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

化学 I

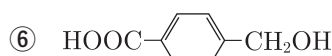
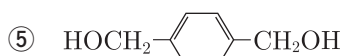
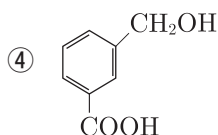
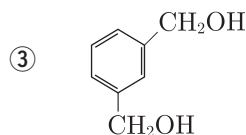
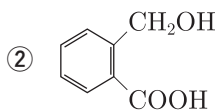
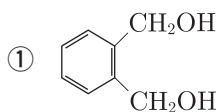
- e これらの構造異性体のうちから2種類を選び、化合物 A, 化合物 B とした。化合物 A, 化合物 B を適当な酸化剤を用いて酸化すると A からは化合物 X が得られ, B からは化合物 Y が得られた。X に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱したところ, 特有の臭気をもつ黄色沈殿が生成した。また, 少量の Y をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱したところ, 銀の析出が見られた。Y をさらに酸化すると, 化合物 Z が生成した。

化合物 A, B, X, Y および Z 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

- ① 化合物 A に, 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると化合物 X の場合と同様の黄色沈殿を生じる。
- ② 化合物 A, B をそれぞれ濃硫酸とともに 160℃ 以上に加熱すると同一のアルケンが生成する。
- ③ 化合物 X はクメン法でフェノールをつくる際に同時に生じる物質と同一である。
- ④ 化合物 Y をフェーリング液とともに加熱すると黒色の沈殿が生じる。
- ⑤ 化合物 Z にはカルボキシ基(カルボキシル基)が存在するので, アルコールと脱水縮合してエステルをつくる。

問2 ある芳香族化合物アは弱酸性を示し, アを酸化したところ, 芳香族化合物イが得られた。イは加熱により容易に脱水し, 化合物ウとなった。アの構造として最も適当なものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。 6



問3 アニリン，フェノール，安息香酸を含むジエチルエーテル溶液について，図2に示す順で分離操作を行い，エーテル層 C にアニリンが含まれるようにしたい。

操作1，操作2 で用いる試薬 **ア**，**イ** 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。 **7**

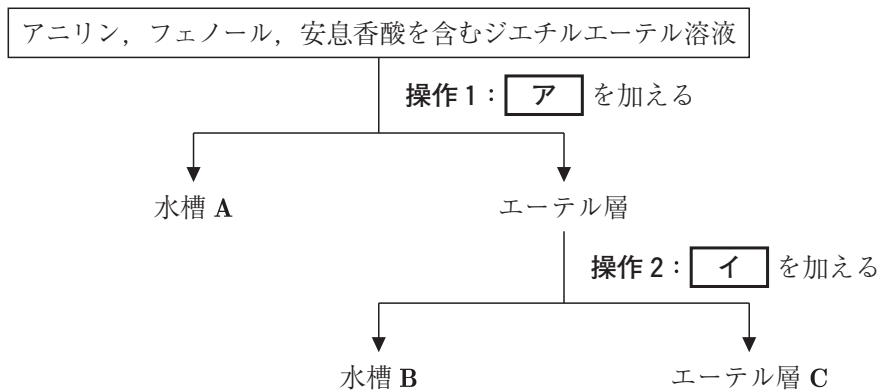


図 2

	ア	イ
①	塩 酸	水酸化ナトリウム水溶液
②	塩 酸	炭酸水素ナトリウム水溶液
③	水酸化ナトリウム水溶液	炭酸水素ナトリウム水溶液
④	水酸化ナトリウム水溶液	塩 酸
⑤	炭酸水素ナトリウム水溶液	水酸化ナトリウム水溶液
⑥	炭酸水素ナトリウム水溶液	塩 酸