2021年度一般選抜前期Ａ日程（**1月25日実施**）

化　学　問　題

（57ページ～71ページ）

必要があれば，次の数値を使いなさい。

原子量　H = 1.0，C = 12，O = 16，Al = 27，Cl = 35.5，K = 39

標準状態で 1 mol の気体が占める体積　22.4 L

問題文中の体積の単位記号Lは，リットルを表す。

I　次の問いに答えなさい。

問 1　プラスチックに関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**ア**

a　プラスチックは，石油や石炭が自然に変化してできる。

b　プラスチックは，様々な形で再利用されている。

c　ポリエチレンテレフタラートは，ペットボトルなどに利用されている。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問 2　元素の周期表に関する説明として最も**不適当な**ものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**イ**

① 水素を除く 1 族および 2 族の元素は，すべて金属元素である。

② 非金属元素には，典型元素と遷移元素がある。

③ 同一周期の元素では，一般に原子番号が小さいほど陽性が強い。

④ 同族元素では，一般に原子番号が大きいほど陽性が強い。

⑤ 18 族の元素は，一般に単原子分子として存在する。

問 3　次の原子やイオンの組合せのうち，電子配置が異なっている組合せとして最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**ウ**

① Be^{2+}，He　② Mg^{2+}，O^{2-}　③ Mg^{2+}，Na^{+}

④ Al^{3+}，S^{2-}　⑤ Al^{3+}，Ne　⑥ Cl^{-}，Ca^{2+}

問 4　結晶に関する説明として最も**不適当な**ものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**エ**

① 共有結合結晶は，非常に硬く，融点が非常に高いものが多い。

② 共有結合結晶のほとんどは電気伝導性を示さない。

③ 金属結晶は，展性や延性に富む。

④ 金属結晶のほとんどは常温で固体である。

⑤ イオン結晶は，硬いが，もろいものが多い。

⑥ イオン結晶は，常温では電気伝導性を示さないが，低温では電気伝導性を示す。

問 5　質量パーセント濃度が37.0%，密度が1.19 g/cm^{3}の濃塩酸のモル濃度は何mol/Lか。最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**オ**

① 11 mol/L　② 12 mol/L　③ 13 mol/L　④ 14 mol/L

⑤ 15 mol/L　⑥ 16 mol/L　⑦ 17 mol/L　⑧ 18 mol/L

問 6　次のイオン反応式中の空欄 **A** ～ **C** に当てはまる係数の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**カ**

$$\boxed{}\,Cr_2O_7^{2-} + \boxed{A}\,H^+ + \boxed{B}\,e^- \rightarrow \boxed{C}\,Cr^{3+} + \boxed{}\,H_2O$$

	A	B	C
①	12	4	2
②	12	6	4
③	14	8	6
④	14	6	2
⑤	16	4	6
⑥	16	6	4

Ⅱ 中和反応，酸化還元反応に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。

〔1〕 (1)0.050 mol/Lの水酸化バリウム水溶液を100 mLとり，二酸化炭素を通じたところ，(2)炭酸バリウムの沈殿が生じた。この沈殿を取り除いて上澄み液を20.0 mLはかり取り，0.10 mol/Lの塩酸で(3)中和滴定を行ったところ，中和点までに16 mLを必要とした。

問1 ――― 線(1)の水溶液のpHはいくらか。最も適当なものを，下の中から1つ選び，番号をマークしなさい。ただし，水酸化バリウムは完全に電離しているものとし，pHと水素イオンのモル濃度[H^+]，水酸化物イオンのモル濃度[OH^-]の関係は，次の表で与えられるものとする。 **ア**

pH	0	1	2	3	…	7	…	11	12	13	14
[H^+]	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	…	10^{-7}	…	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
[OH^-]	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	…	10^{-7}	…	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1

① 1.0　② 2.0　③ 3.0
④ 11　⑤ 12　⑥ 13

問2 ――― 線(2)の沈殿に，ある水溶液を加えると，気体を発生して沈殿が溶けた。このとき，加えた水溶液として最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。 **イ**

① 水酸化ナトリウム水溶液
② 塩化ナトリウム水溶液
③ 塩酸
④ アンモニア水
⑤ 水酸化カルシウム水溶液

問 3　――― 線 (3) について，次の文中の空欄 A ～ C に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢の中から１つ選び，番号をマークしなさい。

ウ

水酸化バリウム水溶液と塩酸の中和によって生じる塩は A である。また，この塩の水溶液は B を示す。そのため，この中和滴定では，フェノールフタレインとメチルオレンジのうち， C 。

	A	B	C
①	正塩	中性	どちらを指示薬としてもよい
②	正塩	酸性	メチルオレンジを指示薬とする
③	正塩	塩基性	フェノールフタレインを指示薬とする
④	酸性塩	中性	メチルオレンジを指示薬とする
⑤	酸性塩	酸性	メチルオレンジを指示薬とする
⑥	酸性塩	塩基性	フェノールフタレインを指示薬とする
⑦	塩基性塩	中性	どちらを指示薬としてもよい
⑧	塩基性塩	酸性	どちらを指示薬としてもよい
⑨	塩基性塩	塩基性	フェノールフタレインを指示薬とする

問 4　水酸化バリウム水溶液に吸収された二酸化炭素の体積は標準状態で何mLか。最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。

エ

① 5.6 mL　② 11 mL　③ 17 mL
④ 22 mL　⑤ 28 mL　⑥ 34 mL

〔2〕 オゾンをヨウ化カリウム水溶液に通じると，(4)式のように反応し，ヨウ素が遊離する。この反応は酸化還元反応であり，［ D ］が酸化剤としてはたらく。

$$O_3 + 2KI + H_2O \rightarrow I_2 + 2KOH + O_2 \quad \cdots \quad (4)$$

(5)この遊離したヨウ素を含む溶液にチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下すると，(6)式のように反応する。この反応も酸化還元反応であり，［ E ］が酸化剤としてはたらく。

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6 \quad \cdots \quad (6)$$

ここで，［ D ］や［ E ］は常に酸化剤としてはたらくと考えてよいが，二酸化硫黄のように反応する相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく物質もある。二酸化硫黄が水溶液中で還元剤としてはたらくと，［ F ］が生じる。また，ナトリウムのような(7)反応性が高い金属は，還元剤としてはたらく。

問 5 空欄［ D ］～［ F ］に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。 ［ オ ］

	D	E	F
①	オゾン	ヨウ素	硫黄
②	オゾン	ヨウ素	硫酸イオン
③	オゾン	チオ硫酸ナトリウム	硫黄
④	オゾン	チオ硫酸ナトリウム	硫酸イオン
⑤	ヨウ化カリウム	ヨウ素	硫黄
⑥	ヨウ化カリウム	ヨウ素	硫酸イオン
⑦	ヨウ化カリウム	チオ硫酸ナトリウム	硫黄
⑧	ヨウ化カリウム	チオ硫酸ナトリウム	硫酸イオン

問 6 ――― 線 (5) の操作で，チオ硫酸ナトリウム水溶液の濃度が0.20 mol/L，滴下量が16 mLのとき，(6) 式の反応が過不足なく進んだものとする。このとき，(4)式の反応でヨウ化カリウム水溶液と反応したオゾンの体積は標準状態で何mLか。最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。 ［ カ ］

① 12 mL　② 18 mL　③ 36 mL
④ 54 mL　⑤ 72 mL　⑥ 90 mL

問 7　――― 線 (7) に関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**キ**

a　K と Na は，常温の乾燥空気中でも速やかに酸化される。

b　Ca と Mg は，常温では水と反応しないが，高温の水蒸気とは反応する。

c　Al と Zn は，希硝酸には溶けるが，濃硝酸には反応しにくい。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

Ⅲ **ハロゲン，アルミニウムとカルシウムの化合物に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。**

〔1〕 ハロゲンは周期表の［ A ］族に属する元素で，原子が［ B ］個の価電子をもつため，［ C ］価の陰イオンになりやすい。

ハロゲンは他の元素と化合物をつくりやすいため，(1)ハロゲンの単体は天然にはほとんど存在しない。

ハロゲンの化合物のうち，(2)ハロゲン化水素は酸の性質を示す。また，(3)ハロゲン化物イオンを含む水溶液にAg^+を加えると，沈殿を生じることがある。

問 1 空欄［ A ］～［ C ］に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。 ［ア］

	A	B	C
①	16	1	1
②	16	6	2
③	16	7	1
④	17	1	1
⑤	17	2	2
⑥	17	7	1
⑦	18	2	2
⑧	18	7	1
⑨	18	8	2

問 2 ――― 線 (1) に関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から１つ選び，番号をマークしなさい。 ［イ］

a　フッ素は，低温では水素と反応しにくいが，光を当てると爆発的に反応する。

b　塩素は，水に溶けると一部が反応し，塩化水素と次亜塩素酸を生じる。

c　臭素は，常温で黒紫色の液体として存在する。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問 3　――― 線 (2) に関する説明として最も**不適当な**ものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**ウ**

① フッ化水素は，ハロゲン化水素のうち最も弱い酸である。

② フッ化水素は，フッ素と水を反応させると発生する。

③ フッ化水素の水溶液は，ガラスの容器に保存する必要がある。

④ 塩化水素は，硝酸よりも酸化力が弱い。

⑤ 塩化水素は，塩化ナトリウムに熱濃硫酸を加えると発生する。

⑥ 塩化水素の水溶液は，鉄などの金属の容器には保存することができない。

問 4　――― 線 (3) に関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。　**エ**

a　フッ化物イオンを含む水溶液に Ag^+ を加えると，淡黄色の AgF が沈殿する。

b　塩化物イオンを含む水溶液に Ag^+ を加えると，白色の AgCl が沈殿する。

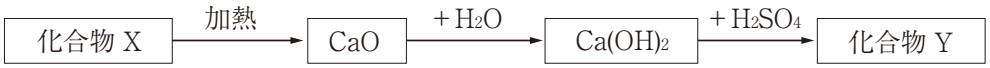
c　ヨウ化物イオンを含む水溶液に Ag^+ を加えると，黄色の AgI が沈殿する。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

〔2〕 アルミニウムの酸化物と水酸化物(4)は両性であり，酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける。特に酸化アルミニウムはアルミナともよばれ，溶融塩電解によるアルミニウム製造(5)の原料となる。

酸化カルシウムは塩基性酸化物であるため，水と反応して水酸化カルシウムとなる。次の図は，酸化カルシウムと水酸化カルシウムに関連するカルシウムの化合物についての反応系統図である。



問 5 ――― 線 (4) に関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。 **オ**

a　ルビーやサファイアは，酸化アルミニウムを主成分とするため，酸や強塩基の水溶液に溶ける。

b　アルミニウムイオンを含む水溶液に少量の塩基を加えると，水酸化アルミニウムの沈殿が得られる。

c　水酸化アルミニウムに過剰のアンモニア水を加えると，錯イオンを生じて溶ける。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ
④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問 6 ――― 線 (5) について，炭素電極を用いて十分な量のアルミナからアルミニウムを製造するとき，135 g のアルミニウムを得るためには，1.25 kA の電流を少なくとも何分間流す必要があるか。最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。ただし，ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol とする。 **カ**

① 6.4 分間　② 9.7 分間　③ 12.9 分間
④ 19.3 分間　⑤ 25.7 分間　⑥ 38.6 分間

問７　化合物Ｘと化合物Ｙについて，次の文中の空欄 **D** ～ **F** に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の選択肢の中から１つ選び，番号をマークしなさい。

キ

化合物Ｘは **D** の主成分であり，化合物Ｘに塩酸を加えると， **E** に用いられる物質が得られる。化合物Ｙの水和物は， **F** に用いられる。

	D	E	F
①	大理石	乾燥剤	建築材料
②	大理石	乾燥剤	凍結防止剤
③	大理石	造影剤	建築材料
④	大理石	造影剤	凍結防止剤
⑤	セッコウ	乾燥剤	建築材料
⑥	セッコウ	乾燥剤	凍結防止剤
⑦	セッコウ	造影剤	建築材料
⑧	セッコウ	造影剤	凍結防止剤

Ⅳ **油脂とセッケン，芳香族化合物の分離に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。**

〔1〕 油脂は，グリセリン$C_3H_5(OH)_3$ 1分子と脂肪酸3分子からなる［ A ］であり，構成する脂肪酸に不飽和脂肪酸(1)や低級飽和脂肪酸が多く含まれる場合，常温で液体となる。不飽和脂肪酸を多く含み常温で液体の油脂に，ニッケルを触媒として［ B ］を付加させると，［ C ］が得られる。

セッケン(2)は，高級脂肪酸の塩であり，水酸化ナトリウム水溶液や水酸化カリウム水溶液を用いた油脂のけん化(3)によって得られる。

問1 空欄［ A ］～［ C ］に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，次の中から1つ選び，番号をマークしなさい。 ［ア］

	A	B	C
①	エーテル	酸素	脂肪油
②	エーテル	酸素	硬化油
③	エーテル	水素	脂肪油
④	エーテル	水素	硬化油
⑤	エステル	酸素	脂肪油
⑥	エステル	酸素	硬化油
⑦	エステル	水素	脂肪油
⑧	エステル	水素	硬化油

問 2　――― 線 (1) について，リノール酸，リノレン酸，オレイン酸，ステアリン酸のうち，不飽和脂肪酸はどれか。最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。

イ

① リノール酸のみ
② リノレン酸のみ
③ オレイン酸のみ
④ リノール酸とリノレン酸
⑤ リノレン酸とオレイン酸
⑥ オレイン酸とステアリン酸
⑦ リノール酸とリノレン酸とオレイン酸
⑧ リノール酸とリノレン酸とステアリン酸
⑨ リノレン酸とオレイン酸とステアリン酸

問 3　――― 線 (2) に関する次の記述 a ～ c について，正しい記述のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**ウ**

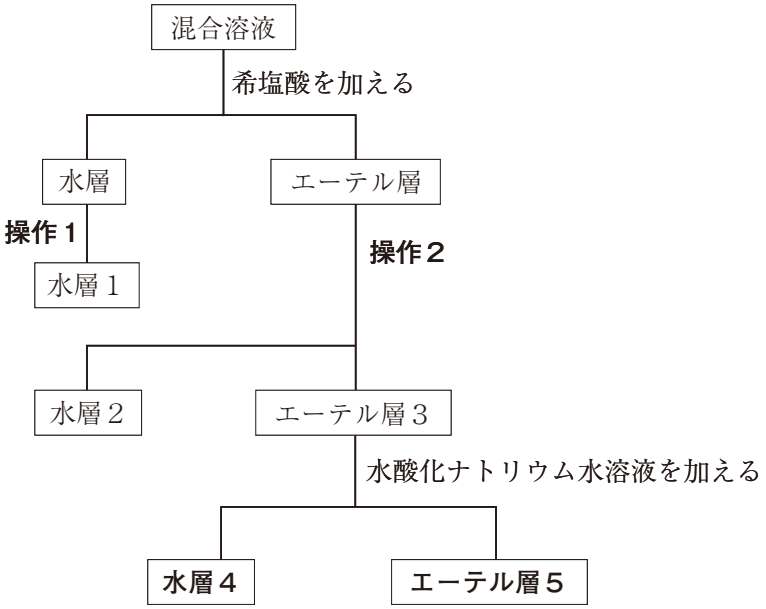
a　セッケンの水溶液は，弱酸性を示す。
b　セッケンは，水溶液中ではミセルとよばれるコロイド粒子として存在する。
c　セッケンは，Ca^{2+} や Mg^{2+} を多く含む硬水中では泡立ちが悪くなる。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ
④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問 4　――― 線 (3) について，一種類のみの脂肪酸からなる油脂（分子量806）12.0gを水酸化カリウムによって完全にけん化した。このとき，得られたセッケンの質量は何gか。最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**エ**

① 10.6g　② 11.5g　③ 12.3g
④ 13.1g　⑤ 14.5g　⑥ 15.9g

〔2〕 ニトロベンゼン，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がある。この混合溶液から，分液ろうとを用いて次の図に示す実験操作を行い，それぞれの化合物を分離した。



問５　**操作１**と**操作２**に当てはまる操作の組合せとして最も適当なものを，次の中から１つ選び，番号をマークしなさい。　**オ**

	操作１	操作２
①	水酸化ナトリウム水溶液を加える	水酸化ナトリウム水溶液を加える
②	水酸化ナトリウム水溶液を加える	炭酸水素ナトリウム水溶液を加える
③	水酸化ナトリウム水溶液を加える	濃硫酸を加えて加熱する
④	無水酢酸を加える	水酸化ナトリウム水溶液を加える
⑤	無水酢酸を加える	炭酸水素ナトリウム水溶液を加える
⑥	無水酢酸を加える	濃硫酸を加えて加熱する
⑦	濃硫酸を加えて加熱する	水酸化ナトリウム水溶液を加える
⑧	濃硫酸を加えて加熱する	炭酸水素ナトリウム水溶液を加える
⑨	濃硫酸を加えて加熱する	濃硫酸を加えて加熱する

問 6　**水層 4** から目的の物質を得るための操作について，次の a ～ c から正しい操作のみを選んだものとして最も適当なものを，下の選択肢の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。

カ

a　希塩酸を加える。

b　二酸化炭素を通じる。

c　アンモニアを通じる。

① a のみ　② b のみ　③ c のみ

④ a と b　⑤ a と c　⑥ b と c

問 7　**エーテル層 5** に含まれる芳香族化合物を生成する方法として最も適当なものを，次の中から 1 つ選び，番号をマークしなさい。

キ

① クメンを酸素で酸化した後，硫酸で分解する。

② ニトロベンゼンを，スズと塩酸によって還元する。

③ ベンゼンスルホン酸ナトリウムに水酸化ナトリウムを加えて融解する。

④ トルエンを，過マンガン酸カリウムによって酸化する。

⑤ ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて，一定の温度で反応させる。