

2022年度一般選抜前期A日程（1月25日実施）

化 学 問 題

(61ページ～75ページ)

必要があれば、次の数値を使いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$

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 日常生活で利用されている物質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。

A

- ① アルミニウムは、ボーキサイトから製錬すると大量のエネルギーが必要なため、リサイクルが推奨されている。
- ② アスコルビン酸（ビタミンC）は、酸化防止剤としてはたらくため、食品の品質低下を防ぐのに用いられる。
- ③ ステンレス鋼は、鉄と亜鉛の合金であり、さびにくいという性質をもつ。
- ④ 洗剤（界面活性剤）は、水溶液中で疎水基を内側にして油汚れを包み込むことで洗浄作用を発揮する。
- ⑤ 塩素は、水道水などの殺菌に利用されている。
- ⑥ 陶磁器やガラスは、セラミックスとよばれ、硬く、耐熱性に優れている。

問2 次の a～e の電子配置をもつ原子に関する記述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

	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
a	2	5		
b	2	8		
c	2	8	1	
d	2	8	7	
e	2	8	8	2

- ① a のみから構成される分子は非共有電子対が 3 組ある。
- ② e が安定なイオンとなるときの，b と同一の電子配置をとる。
- ③ c と d からなる化合物の結晶は分子結晶に分類される。
- ④ d と e の電気陰性度を比較すると d のほうが大きい。
- ⑤ a～e のうち価電子の数が最も大きいのは b である。

問3 3 価のクロムイオンは 21 個の電子をもっている。質量数が 52 のクロム原子の中性子の数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 18 ② 21 ③ 24
- ④ 28 ⑤ 31 ⑥ 34

問4 O^{2-} ， F^{-} ， Na^{+} ， Mg^{2+} ， Ca^{2+} のうちイオン半径が最小のイオン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。

エ

- ① O^{2-} ② F^{-} ③ Na^{+}
- ④ Mg^{2+} ⑤ Ca^{2+}

問5 天然のホウ素は ^{10}B と ^{11}B の 2 種類の同位体からなり，その原子量は 10.8 である。 ^{10}B の存在比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

- ① 10% ② 20% ③ 30%
- ④ 40% ⑤ 60% ⑥ 80%

問6 0°C ， $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で20mLのメタン CH_4 と50mLの酸素を混合し，メタンを完全燃焼させると二酸化炭素と水が生じる。燃焼前後の気体の体積を 0°C ， $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ （標準状態）で比較するとき，その変化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。ただし，生成した水はすべて液体とする。

カ

- ① 20mL 減少する ② 40mL 減少する ③ 変化しない
④ 20mL 増加する ⑤ 40mL 増加する

Ⅱ

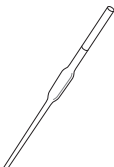
中和反応，酸化還元反応に関する次の文〔1〕，〔2〕を読んで，あとの問いに答えなさい。

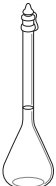
- 〔1〕 市販の食酢の濃度を求めるために，次の実験を行った。ただし，食酢中の酸はすべて酢酸であるものとする。

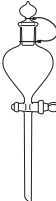
【実験内容】 市販の食酢を器具 1 を用いて 20.0 mL とり，これを容積 200 mL の器具 2 に移して，標線まで純水を加え正確に 10 倍に希釈した。この希釈した液を別の器具 1 で 10.0 mL とり，コニカルビーカーに移し，そこへフェノールフタレイン溶液を 1，2 滴加えた。次に 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム標準溶液を器具 3 に入れて，これを用いて食酢を希釈した液を滴定したところ，滴下量の平均値は 7.14 mL であった。

問 1 実験で使用している器具 1 ～ 3 に関する次の記述 a ～ d の正誤の組合せとして最も適切なものを、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 器具 1 は、である。

b 器具 2 は、である。

c 器具 3 は、である。

d 器具 2 は、中に入れる液で器具内部を何回か洗ってから使用する。

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

問2 この実験で生成する塩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 生成する塩は酢酸ナトリウムである。
- ② 生成する塩は塩基性塩である。
- ③ 生成する塩の水溶液は，塩基性を示す。
- ④ 生成する塩の水溶液に塩酸を加えると酢酸が生じる。

問3 ——— 線 (1) の10倍に希釈した食酢中の酢酸のモル濃度〔mol/L〕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 $3.57 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
- ② $7.14 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
- ③ $1.43 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ④ $3.57 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ⑤ $7.14 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
- ⑥ 1.43 mol/L

問4 市販の食酢の質量パーセント濃度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。なお，食酢の密度は 1.02 g/cm^3 とする。

エ

- ① 2.1%
- ② 4.2%
- ③ 8.4%
- ④ 21%
- ⑤ 42%
- ⑥ 84%

〔2〕 水質汚濁の指標の1つに化学的酸素要求量（COD）がある。CODは一定の条件下で水中の有機化合物により消費される酸化剤の量を酸素の質量に換算し、mg/Lで表す。河川水のCODを測定するために次の**操作1～3**を行った。

操作1 河川水の試料溶液100mLを硫酸酸性の 4.0×10^{-3} mol/L過マンガン酸カリウム水溶液10mLに加えて30分間加熱し、有機化合物を完全に酸化した。(2)このとき、溶液の色は赤紫色であった。ここで、過マンガン酸カリウムは有機化合物を酸化することのみに消費されるものとする。

操作2 その溶液に、 5.0×10^{-3} mol/Lシュウ酸水溶液20mLを加えたところ、溶液の色は無色になった。

操作3 溶液中に残っているシュウ酸を、 4.0×10^{-3} mol/L過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、2.5mL滴下したところで反応の終点に達した。(3)

問5 ——— 線(2)について、この反応におけるMn原子の酸化数の変化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

- ① $+4 \rightarrow +2$ ② $+4 \rightarrow 0$ ③ $0 \rightarrow +4$
④ $+7 \rightarrow +4$ ⑤ $+7 \rightarrow +2$ ⑥ $+7 \rightarrow 0$

問6 ——— 線(3)について、反応の終点における溶液の色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。

カ

- ① 緑色 ② 薄い赤褐色 ③ 薄い赤紫色
④ 白色 ⑤ 橙黄色

問7 この実験により測定された河川水の試料溶液のCOD〔mg/L〕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。なお、酸素が酸化剤としてはたらく場合、次のイオン反応式のように反応する。

キ



- ① 1.0mg/L ② 2.0mg/L ③ 3.0mg/L
④ 4.0mg/L ⑤ 5.0mg/L ⑥ 6.0mg/L

Ⅲ

気体の製法，ナトリウムの単体と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〕 次の a ～ e の反応を行った。その際に発生する気体について，下の問いに答えなさい。

- a 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混ぜて加熱する。
- b 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱する。
- c 塩素酸カリウムに酸化マンガン(Ⅳ)を加えて加熱する。
- d 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加える。
- e 銅に濃硝酸を加える。

問1 a ～ e の反応で発生する気体のうち臭気があり，有色の気体の数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

- ① 0 ② 1 ③ 2
- ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

問2 a ～ e の反応で発生する気体のうち塩化カルシウムと反応しない気体の数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

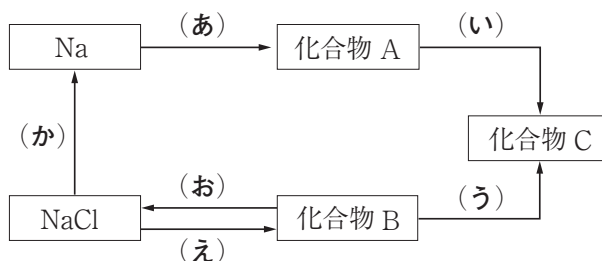
- ① 0 ② 1 ③ 2
- ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

問3 a ～ e の反応で発生する気体の性質として最も**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 a で生成する気体は水によく溶け，その水溶液は弱塩基性を示す。
- ② b で生成する気体は高度さらし粉に希塩酸を加えることでも生成する。
- ③ c で生成する気体に紫外線を当てると淡青色・特異臭の気体が生成する。
- ④ d で生成する気体は強い酸化剤としてはたらく。
- ⑤ e で生成する気体は銀板に濃硝酸を加えることでも生成する。

〔2〕 次の図は、ナトリウムの単体および化合物の関係を示したものである。



- (あ) 水を加える。
- (い) 二酸化炭素を通じる。
- (う) 加熱する。
- (え) 飽和水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を吹き込む。
- (お) 塩酸を加える。

問 4 Naに関する記述として最も**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。

工

- ① 空気や水と反応するために石油中に保存する。
- ② 図中の(か)では、塩化ナトリウム水溶液を電気分解することで単体が得られる。
- ③ Naを含む試料を炎の中に入れて高温に熱すると黄色を示す。
- ④ 軟らかく、融点が低い金属元素である。
- ⑤ 自然界に単体では存在せず、化合物の形で存在する。

問 5 化合物Aに関する記述として最も**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。

オ

- ① 塩化ナトリウム水溶液のイオン交換膜法による電気分解によって得られる。
- ② 化合物Aの水溶液は皮膚や粘膜を侵す。
- ③ 化合物Aの水溶液に赤色リトマス紙をつけると青色に変化する。
- ④ 空气中に放置すると風解が起こる。
- ⑤ アルミニウムイオンを含む水溶液に化合物Aの水溶液を加えると、沈殿を生じ、さらに加えると沈殿は再び溶ける。

問 6 10kgの化合物Bから化合物Cは最大で何kg得られるか。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。

カ

- ① 1.6kg ② 3.2kg ③ 6.3kg
④ 9.6kg ⑤ 13kg ⑥ 16kg

問 7 化合物B，化合物Cに関する記述について最も**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。

キ

- ① 化合物B，化合物Cどちらの水溶液も塩基性を示す。
② 化合物Bは胃薬やベーキングパウダーなどに使用されている。
③ 化合物Cはガラスやセッケンの原料として使用されている。
④ 化合物Cの工業的製法はアンモニアソーダ法と呼ばれる。
⑤ 化合物Cに強酸を加えると二酸化炭素が発生するが，化合物Bに強酸を加えても二酸化炭素は発生しない。

Ⅳ エステル，芳香族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〕 分子式 $C_5H_{10}O_2$ で表される炭素骨格に枝分かれ構造をもつエステル（化合物 A～D）に希塩酸を加えて加熱したところ，次の生成物が得られ，各生成物について下の**操作 1～3**を行った。

エステル	生成する酸性物質	生成する中性物質
化合物 A	化合物 E	化合物 F
化合物 B	酢酸	化合物 G
化合物 C	化合物 H	メタノール
化合物 D	化合物 E	化合物 I

操作 1 化合物 E，酢酸，化合物 H それぞれにアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると，E のみ銀が析出した。

操作 2 化合物 F，G を酸化すると中性物質が生成したが，それ以上は酸化されなかった。メタノールを酸化すると中性物質を生成し，さらに酸化すると化合物 E を生成した。化合物 I は酸化されなかった。

操作 3 化合物 E～I，酢酸，メタノールそれぞれにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると，一部の化合物で沈殿を生成した。

問 1 化合物の性質に関する次の記述 a～d 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 エステルを，希塩酸を用いて加水分解する方法をけん化という。
 - b 油脂は，グリセリンと高級脂肪酸のエステルである。
 - c 化合物 E はアルデヒド基（ホルミル基）の構造をもつ。
 - d 化合物 E，酢酸，化合物 H を炭酸塩と反応させると，E のみ二酸化炭素を発生する。
- ① a のみ ② b のみ ③ c のみ
 ④ d のみ ⑤ a と c ⑥ b と c

問2 操作3の反応名と生成する沈殿の化学式および色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。

イ

	反応名	沈殿	色
①	ヨードホルム反応	CHI_3	黄色
②	ヨードホルム反応	CHI_3	赤色
③	ヨードホルム反応	Cu_2O	黄色
④	ヨードホルム反応	Cu_2O	赤色
⑤	フェーリング液の還元	CHI_3	黄色
⑥	フェーリング液の還元	CHI_3	赤色
⑦	フェーリング液の還元	Cu_2O	黄色
⑧	フェーリング液の還元	Cu_2O	赤色

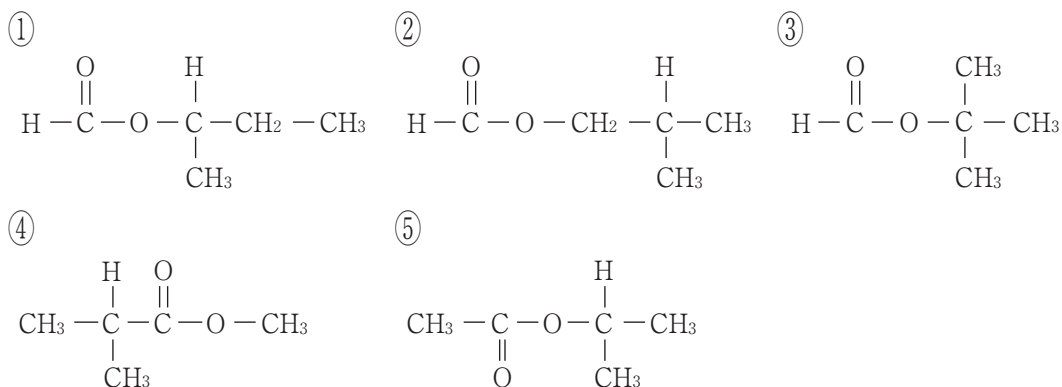
問3 操作3で沈殿を生成する化合物の数として最も適当なものを、次の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

ウ

- ① 1 ② 2 ③ 3
④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問4 化合物Dの構造式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。

エ



〔2〕 トルエン $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ を，過マンガン酸カリウム水溶液を用いて酸化すると化合物Xの塩が生成する。

また，トルエンのベンゼン環の水素原子1個をメチル基で置換した化合物であるキシレンには構造異性体が3種類存在し，*o*-キシレン，*m*-キシレン，*p*-キシレンと呼ぶ。

問5 トルエンの性質に関する次の記述a～d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 7個の炭素原子はすべて同一平面上にある。
- b ベンゼン環部分の炭素原子間の結合は，エチレンにおける炭素原子間の結合より短い。
- c トルエンに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
- d トルエンを濃硝酸と濃硫酸の混合物とともに加熱するとニトロ化が起こる。

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

問6 化合物Xに関する次の記述a～d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。

カ

- a トルエンの代わりにエチルベンゼンを用いても最終的に化合物Xが生成する。
- b 化合物Xを炭酸水素ナトリウム水溶液と反応させると二酸化炭素が発生する。
- c 化合物Xに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈する。
- d 化合物Xの水溶液は中性を示す。

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

問7 キシレンのベンゼン環の水素原子1個を臭素で置換した。このときの構造異性体の数に関する次の記述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 *o*-キシレンから構造異性体は2種類存在する。

b *m*-キシレンから構造異性体は2種類存在する。

c *p*-キシレンから構造異性体は1種類存在する。

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