

解答に際して

I ~ **VI** の解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

I

問 1～問 6 に答えなさい。【配点 28】

問 1 次の文章の **ア** に適切な語句を、**イ** に適切な元素記号を入れなさい。

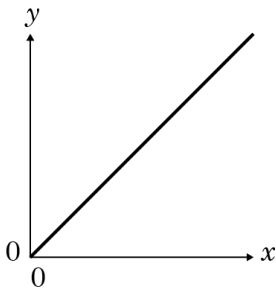
異なる 2 種類の原子間の共有結合において、共有電子対を引きつける強さは元素によって異なる。この強さを表した数値を **ア** という。この数値が最も大きい元素は **イ** である。

問 2 一定量の理想気体について、(1)，(2) の関係を示すグラフを①～⑤からそれぞれ 1 つ選び、番号で答えなさい。ただし、同じ番号を選んでもよい。

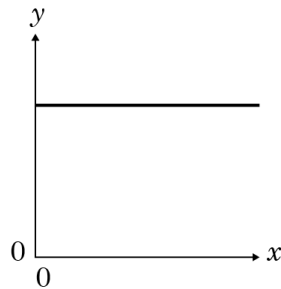
(1) 体積一定における絶対温度 x [K] と、気体の圧力 y [Pa] の関係

(2) 温度一定における気体の圧力 x [Pa] と、圧力と体積の積 y [Pa・L] の関係

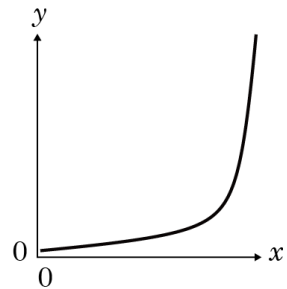
①



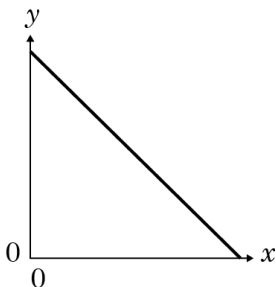
②



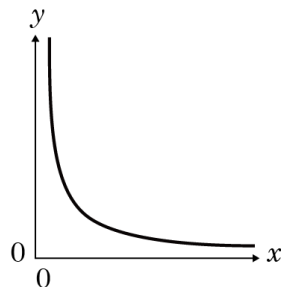
③



④



⑤



問3 次の文章を読み、(1)、(2)に答えなさい。

化学反応が起こるためには、反応する粒子どうしの衝突が必要になる。

一般に、XとYの2種類の粒子が反応するとき、体積一定の容器内で、Xの物質量を2倍、Yの物質量を3倍にすると、XとYの単位時間当たりの衝突回数は 倍になる。

一方、XとYの物質量は変えずに、容器の体積を $\frac{1}{2}$ 倍にした場合は、XとYの単位時間当たりの衝突回数は 倍になる。ただし、温度は一定に保たれており、XとYは気体で、反応による粒子の数の減少は無視できるものとする。

(1) ・ に入る最も適切な数値を①～⑧からそれぞれ1つ選び、番号で答えなさい。ただし、同じ番号を選んでもよい。

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 1

④ 2

⑤ 3

⑥ 4

⑦ 5

⑧ 6

(2) 反応速度に関する記述として誤りを含むものはどれか。①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

① 反応の種類が同じで、温度が一定であれば、反応速度定数の値は一定である。

② 反応の種類が同じでも、適切な触媒を加えると、反応速度定数の値は大きくなる。

③ 触媒を加えると、活性化エネルギーが大きくなり、反応速度が大きくなる。

④ 固体の反応では、固体の表面積が大きいくほど、反応速度が大きくなる。

問4 (1), (2) に答えなさい。

(1) 次の物質のうち、酸性酸化物はどれか。適切なものを①～⑥から2つ選び、番号で答えなさい。

- ① 酸化アルミニウム
- ② 二酸化ケイ素
- ③ 二酸化硫黄
- ④ 酸化カリウム
- ⑤ 酸化亜鉛
- ⑥ 酸化銅(II)

(2) 次の文章中の **ア**・**イ** に入る物質の組み合わせとして最も適切なものを①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

窒素のオキシ酸には硝酸と亜硝酸がある。このうち、窒素原子の酸化数が大きいのは **ア** であり、酸として強いのは **イ** である。

	ア	イ
①	硝酸	硝酸
②	硝酸	亜硝酸
③	亜硝酸	硝酸
④	亜硝酸	亜硝酸

問5 次の文章を読み、(1)～(3)に答えなさい。ただし、原子量はH=1.0, C=12, O=16とする。

デンプンに酵素 ア を作用させて加水分解するとマルトースが得られる。さらにマルトースに希硫酸を加えて加熱したり、酵素を作用させたりすると、グルコース $C_6H_{12}O_6$ が得られる。グルコースは酵母がつくる酵素のはたらきによって、エタノールと二酸化炭素になる。この反応をアルコール発酵という。また、スクロースに酵素を作用させて加水分解すると転化糖が得られる。

(1) ア に入る物質として最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号で答えなさい。

- | | | |
|---------|---------|-----------|
| ① マルターゼ | ② ラクターゼ | ③ チマーゼ |
| ④ カタラーゼ | ⑤ アミラーゼ | ⑥ インベルターゼ |

(2) 45 g のグルコースを完全にアルコール発酵したとき、生成するエタノールの質量は何 g か。有効数字2桁で答えなさい。

(3) 転化糖を構成する物質として適切なものを①～⑥から2つ選び、番号で答えなさい。

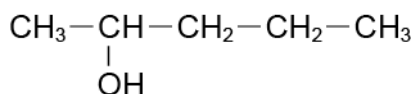
- | | | |
|---------|----------|----------|
| ① グルコース | ② ガラクトース | ③ フルクトース |
| ④ アミロース | ⑤ セルロース | ⑥ トレハロース |

問6 (1), (2) に答えなさい。

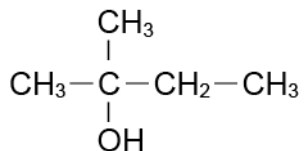
(1) 分子式 $C_4H_{10}O$ で表されるエーテルの構造異性体は何種類あるか答えなさい。
ただし、立体異性体は考慮しないものとする。

(2) アルコール X は分子式 $C_5H_{12}O$ で表される。アルコール X を加熱した濃硫酸に加えて反応させると分子内から水分子が脱離し、2 種類のアルケン Y, Z が得られた。アルケン Y はすべての炭素原子が常に同一平面上に位置していた。また、アルコール X を硫酸酸性の二クロム酸カリウムとともに加熱すると、カルボニル基をもつ化合物が得られた。アルコール X の構造式はどれか。①～④から 1 つ選び、番号で答えなさい。

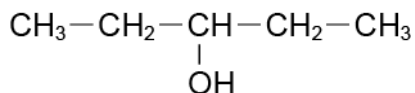
①



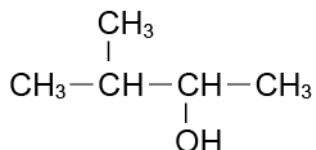
②



③



④



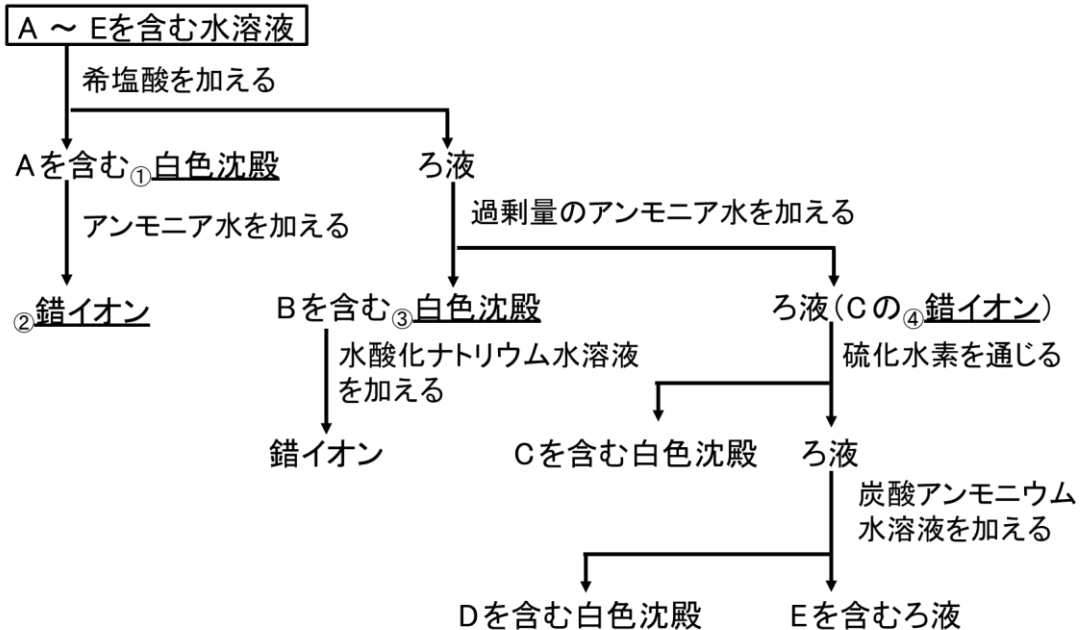
問題は次のページに続く

II

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 15】

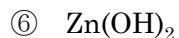
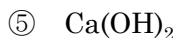
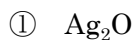
無色の金属イオン A～E を含む水溶液からそれぞれの金属イオンを分離するために、以下の操作を行った。ただし、A～E は Ag^+ 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} のいずれかであり、それぞれの操作で沈殿した金属イオンは完全に分離されたものとする。

- 操作 1：希塩酸を加えたところ、A を含む①白色沈殿が生じた。この白色沈殿をろ過により分離した。この沈殿にアンモニア水を加えると②錯イオンとなって溶解した。
- 操作 2：操作 1 のろ液に過剰量のアンモニア水を加えたところ、水溶液は塩基性となり、B を含む③白色沈殿が生じた。この白色沈殿をろ過により分離した。白色沈殿は水酸化ナトリウム水溶液を加えると錯イオンとなって溶解した。
- 操作 3：操作 2 のろ液には C の④錯イオンが含まれていた。このろ液に硫化水素を通じたところ、C を含む白色沈殿が生じたので、この白色沈殿をろ過により分離した。
- 操作 4：操作 3 のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、D を含む白色沈殿が生じたので、この白色沈殿をろ過により分離した。この⑤白色沈殿は塩酸を加えると、気体を発生しながら溶解した。
- 操作 5：操作 4 のろ液には E が含まれていた。このろ液を白金線の先につけてガスバーナーの外炎に触れさせたところ、赤紫色の炎色反応を示した。



問1 下線部①の白色沈殿と下線部②の錯イオンの化学式（イオン式）をそれぞれ書きなさい。

問2 下線部③の白色沈殿の化学式として最も適当なものを①～⑥から1つ選び、番号で答えなさい。



問3 下線部④の錯イオンの形状として最も適当なものを①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

① 直線形

② 折れ線形

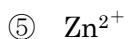
③ 正方形

④ 正四面体形

⑤ 正八面体形

問4 下線部⑤の反応の化学反応式を書きなさい。

問5 金属イオン E として最も適切なものを①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

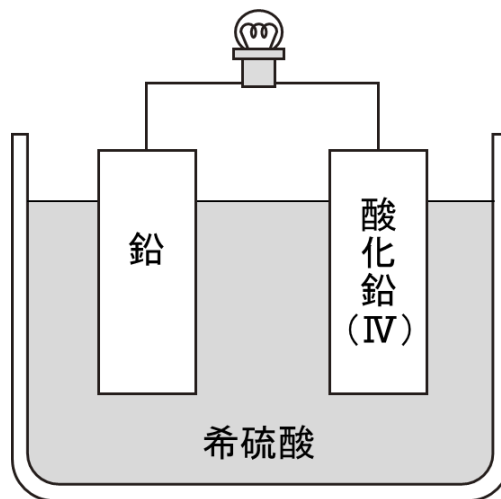


Ⅲ

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 14】

電池には、充電によって繰り返し使用ができる **ア** 電池と、再使用ができない電池がある。充電するときは、電池の負極に外部電源の **イ** 極、電池の正極に外部電源の **ウ** 極を接続する。そして、放電のときと逆向きの電流を流すことで、電池の起電力が回復する。

鉛蓄電池は図のように負極活物質に鉛、正極活物質に酸化鉛(IV)、電解質水溶液に希硫酸を用いた電池である。鉛蓄電池を充電するときも、外部電源を接続し、放電時とは逆向きに電流を流す。充電時には、負極板に含まれる鉛原子の酸化数は **エ** し、負極板の質量は **オ** する。一方、正極板に含まれる鉛原子の酸化数は **カ** し、正極板の質量は **キ** する。



問1 **ア**～**ウ**に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを①～⑥から1つ選び、番号で答えなさい。

	ア	イ	ウ
①	一次	正	負
②	一次	負	正
③	二次	正	負
④	二次	負	正
⑤	燃料	正	負
⑥	燃料	負	正

問2 充電によって再使用ができる電池として適切なものを①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① マンガン乾電池
- ② リチウム電池
- ③ 銀電池（酸化銀電池）
- ④ リチウムイオン電池
- ⑤ アルカリマンガン乾電池

問3 **エ**～**キ**に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号で答えなさい。

	エ	オ	カ	キ
①	増加	増加	減少	増加
②	増加	増加	減少	減少
③	増加	減少	減少	増加
④	増加	減少	減少	減少
⑤	減少	増加	増加	増加
⑥	減少	増加	増加	減少
⑦	減少	減少	増加	増加
⑧	減少	減少	増加	減少

問4 (1), (2)に答えなさい。必要なら, ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 原子量は $\text{H}=1.0$, $\text{O}=16$, $\text{S}=32$, $\text{Pb}=207$ を用いなさい。

(1) 鉛蓄電池の放電時の, 負極と正極の反応をまとめた電池全体の化学反応式を書きなさい。

(2) 一定時間, 鉛蓄電池を放電したときの負極の質量変化量が $m \text{ [g]}$ であったとき, 正極の質量変化量は何 g か。最も適切なものを①~⑥から1つ選び, 番号で答えなさい。

① $\frac{1}{3}m \text{ [g]}$

② $\frac{2}{3}m \text{ [g]}$

③ $m \text{ [g]}$

④ $\frac{3}{2}m \text{ [g]}$

⑤ $2m \text{ [g]}$

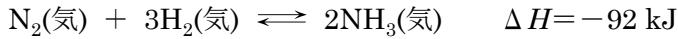
⑥ $3m \text{ [g]}$

問題は次のページに続く

IV

次の文章を読み、問に答えなさい。【配点 14】

窒素と水素からアンモニアが生成する反応は、次のように表される。



問 1 窒素と水素から四酸化三鉄を主成分とする触媒を用いて工業的にアンモニアを製造する方法を何というか。最も適切なものを①～⑤から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- | | |
|-----------|--------------|
| ① オストワルト法 | ② アンモニアソーダ法 |
| ③ 接触法 | ④ ハーバー・ボッシュ法 |
| ⑤ テルミット法 | |

問 2 触媒を用いて、ある量の窒素と水素を反応させるとき、アンモニアの生成率（平衡時のアンモニアの体積百分率）を大きくするための適切な操作を①～⑥から 2 つ選び、番号で答えなさい。ただし、触媒の体積は無視できるものとし、他の条件は変化させないものとする。

- | | |
|--------------|--------------|
| ① 触媒の量を増やす | ② 触媒の量を減らす |
| ③ 反応温度を低くする | ④ 反応温度を高くする |
| ⑤ 反応容器を大きくする | ⑥ 反応容器を小さくする |

問 3 平衡時の窒素の分圧を a [Pa]、水素の分圧を b [Pa]、アンモニアの分圧を c [Pa] と表したとき、この反応の圧平衡定数 K_p [Pa⁻²] を a 、 b 、 c を用いて答えなさい。

問4 次の文章を読み、(1)、(2)に答えなさい。

物質比1:3の窒素と水素を、触媒とともに83 Lの密閉容器に封入し、227°Cに保ったところ平衡状態に達した。平衡時の容器内の圧力は 1.0×10^6 Paになり、アンモニアが8.0 mol生成していた。ただし、気体定数は $R=8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)とし、触媒の体積は考慮しないものとする。

(1) 平衡時の窒素、水素、アンモニアの総物質量は何 mol か。有効数字2桁で答えなさい。

(2) 平衡時の窒素の分圧は何 Pa か。有効数字2桁で答えなさい。

V

次の文章を読み，問に答えなさい。ただし，食酢には酢酸以外の酸は含まれていなかったものとする。【配点 15】

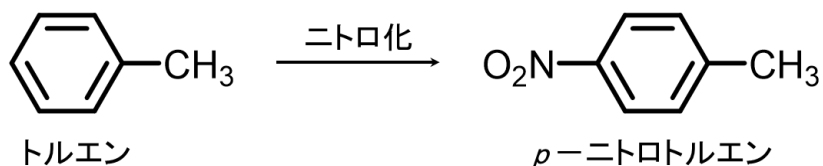
食酢に含まれる酢酸の質量パーセント濃度を求めるために，水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。食酢 10 mL を正確にはかり取り，水を加えて 100 mL に希釈した。そこから 20 mL をコニカルビーカーにはかり取った。指示薬として **ア** を加えて，ビュレットから 0.050 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下していったところ，20 mL 滴下したところで水溶液の色が薄い赤色に変化したので，中和点と判断した。中和点における混合水溶液の性質は **イ** であった。

問 1 **ア**・**イ** に入る語句の組み合わせを①～⑥から 1 つ選び，番号で答えなさい。

	ア	イ
①	フェノールフタレイン	酸 性
②	フェノールフタレイン	中 性
③	フェノールフタレイン	塩基性
④	メチルオレンジ	酸 性
⑤	メチルオレンジ	中 性
⑥	メチルオレンジ	塩基性

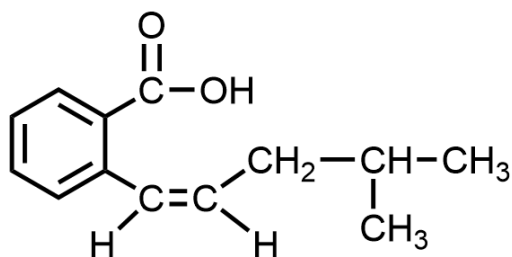
VI

次の文章を読み、問に答えなさい。ただし、構造式は例にならって書きなさい。【配点 14】



図のように、トルエンをニトロ化すると、ベンゼンの二置換体である p -ニトロトルエンが得られた。 p -ニトロトルエンを過マンガン酸カリウム水溶液を用いて酸化した後、酸性にすると化合物 X が得られた。化合物 X を ア と塩酸を用いて還元すると、化合物 Y の塩が得られた。化合物 Y にエタノールと イ を加えて加熱し、脱水縮合した後、アルカリ性にする、化合物 Z が得られた。化合物 Z は分子式 $C_9H_{11}NO_2$ で表され、局所麻酔薬として利用されている芳香族化合物である。

(例)



問1 下線部のニトロ化の操作として最も適切なものを①～⑤から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 鉄粉を触媒に用いて塩素と反応させる。
- ② 濃硫酸とともに加熱する。
- ③ 濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて温める。
- ④ ニッケルを触媒に用いて塩素と反応させる。
- ⑤ 酸化バナジウム(V)を触媒に用いて加熱する。

問2

ア	イ
---	---

 に入る試薬の組み合わせとして最も適切なものを①～⑧から1つ選び、番号で答えなさい。

	ア	イ
①	二クロム酸カリウム	濃硫酸
②	二クロム酸カリウム	水酸化ナトリウム水溶液
③	塩化鉄(III)	濃硫酸
④	塩化鉄(III)	水酸化ナトリウム水溶液
⑤	無水酢酸	濃硫酸
⑥	無水酢酸	水酸化ナトリウム水溶液
⑦	スズ	濃硫酸
⑧	スズ	水酸化ナトリウム水溶液

問3 化合物 X, Y, Z をそれぞれ構造式で書きなさい。