

# 化 学 I

(全 問 必 答)

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H 1.0      He 4.0      C 12      N 14      O 16

Ne 20      Ar 40      Fe 56      Cu 64

アボガドロ定数  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

**第 1 問** 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)


**問 1** 次の a・b に当てはまるものを、それぞれの解答群の①～⑥のうちから一つずつ選べ。

a 電解質である化合物

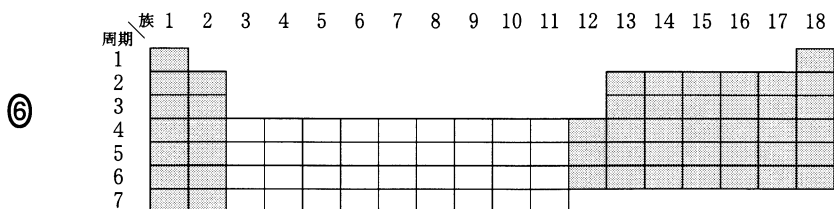
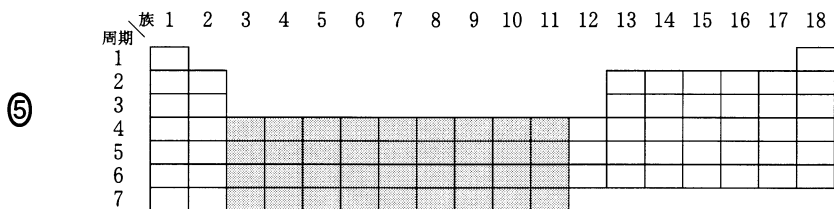
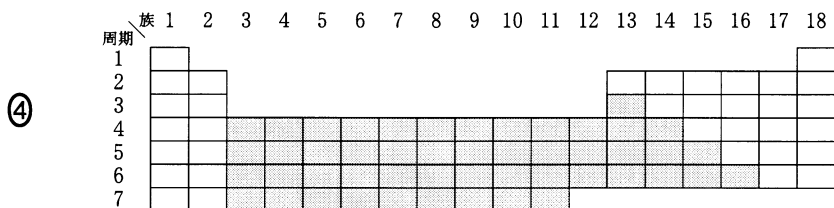
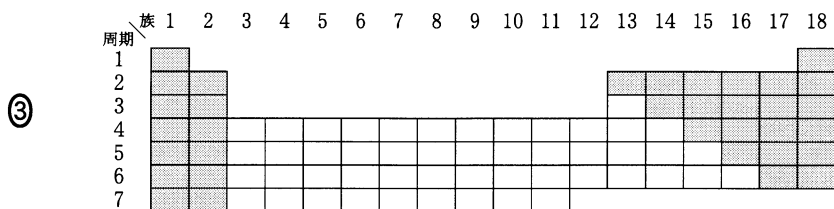
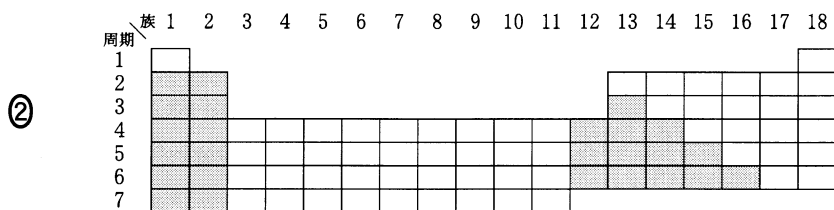
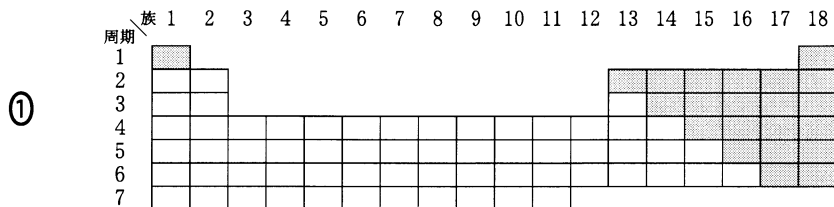
- |              |            |
|--------------|------------|
| ① エタノール      | ② グリセリン    |
| ③ サリチル酸      | ④ 酢酸エチル    |
| ⑤ スクロース(ショ糖) | ⑥ ホルムアルデヒド |

b 分子中の単結合の数が最も多い化合物

- |         |             |
|---------|-------------|
| ① アセチレン | ② エチレン(エテン) |
| ③ ギ酸    | ④ トリクロロメタン  |
| ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ メタノール     |

問 2 1～18 族・第 1～第 7 周期から構成されている周期表で、典型元素に当たる場所がすべて  で示されているものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

**3**



## 化学 I

問 3 次の図 1 に示す電子配置をもつ原子 **a** ~ **d** に関する記述として誤っているものを、下の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、中心の丸(●)は原子核を、その外側の同心円は電子殻を、円周上の黒丸(●)は電子をそれぞれ表す。

4

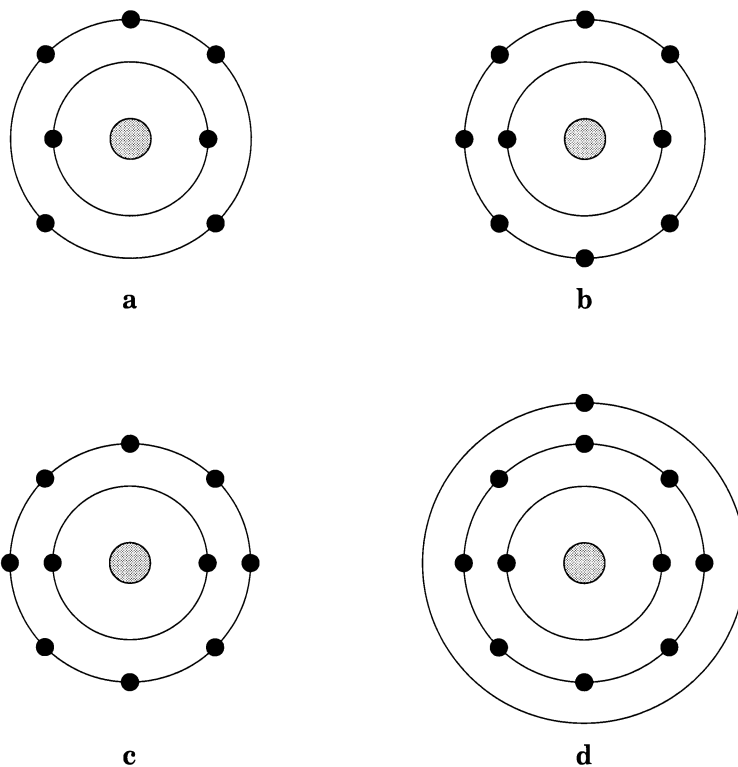


図 1

- ① **a**, **b**, **c** は、いずれも周期表の第 2 周期に含まれる元素の原子である。
- ② **a** のみからなる二原子分子において、原子間で共有される価電子は 4 個である。
- ③ **b** は、**a** ~ **d** の中で最も 1 価の陰イオンになりやすい。
- ④ **c** の価電子数は、**a** ~ **d** の中で最も少ない。
- ⑤ **d** のイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)は、**a** ~ **d** の中で最も小さい。

## 化学 I

問 4 体積  $1.0 \text{ cm}^3$  の氷に、水分子は何個含まれるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、氷の密度は  $0.91 \text{ g/cm}^3$  とする。

個

- ①  $3.0 \times 10^{21}$                       ②  $3.3 \times 10^{21}$                       ③  $3.7 \times 10^{21}$   
④  $3.0 \times 10^{22}$                       ⑤  $3.3 \times 10^{22}$                       ⑥  $3.7 \times 10^{22}$

問 5 標準状態で  $10 \text{ mL}$  のメタンと  $40 \text{ mL}$  の酸素を混合し、メタンを完全燃焼させた。燃焼前後の気体の体積を標準状態で比較するとき、その変化に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、生成した水は、すべて液体であるとする。

- ①  $20 \text{ mL}$  減少する。                      ②  $10 \text{ mL}$  減少する。  
③ 変化しない。                              ④  $10 \text{ mL}$  増加する。  
⑤  $20 \text{ mL}$  増加する。

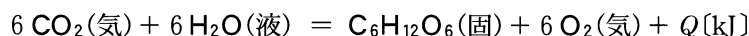
問 6 身のまわりで利用されている物質に関する記述として、下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ナトリウムは炎色反応で黄色を呈する元素であるので、その化合物は花火に利用されている。  
② 航空機の機体に利用されている軽くて強度が大きいジュラルミンは、アルミニウムを含む合金である。  
③ ガラスの原料に使われる炭酸ナトリウムは、アンモニアソーダ法(ソルベー法)によって合成できる。  
④ うがい薬に使われるヨウ素には、その気体を冷却すると、液体にならずに固体になる性質がある。  
⑤ 塩素水に含まれている次亜塩素酸は還元力が強いので、塩素水は殺菌剤として使われている。

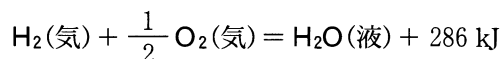
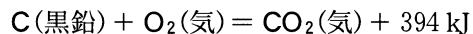
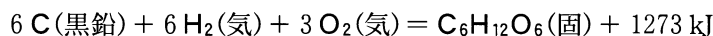
## 化学 I

第 2 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 植物の光合成には、二酸化炭素と水からグルコース  $C_6H_{12}O_6$  をつくり、酸素を放出する反応がある。この反応の熱化学方程式は、次の式で表すことができる。



反応熱  $Q$  を、次の熱化学方程式を用いて計算すると、何 kJ になるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。  kJ



- ① -4080                      ② -2807                      ③ -593  
④ 593                          ⑤ 2807                      ⑥ 4080

問 2 水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。

- ① 水(固)が水(液)になるときに吸収する熱量を融解熱という。  
② 水(液)が水(気)になるときに吸収する熱量を蒸発熱という。  
③ 水(液)の生成熱は、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 atm)、 $25^\circ\text{C}$  において、水素(気)が燃焼して水(液)が生じるときの燃焼熱に等しい。  
④ 水(固)の生成熱は、水(気)の生成熱より大きい。  
⑤ 水(気)の生成熱は、水(液)の生成熱と水(液)の蒸発熱の和に等しい。

## 化学 I

問 3 メタノール 64 g を完全燃焼させて、20℃ の水 1.0 kg を加熱する。発生する熱量の 10% が、この水の温度上昇に使われるとすると、水の温度は何度(℃)になるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、メタノールの燃焼熱は 726 kJ/mol であり、水 1 g の温度を 1℃ 上昇させるのに必要な熱量は 4.2 J であるとする。  °C

① 24

② 30

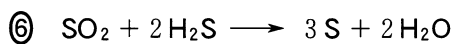
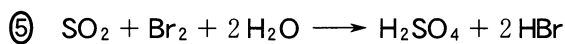
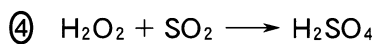
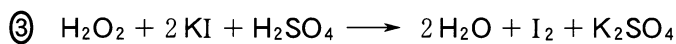
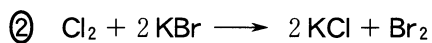
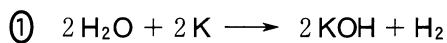
③ 55

④ 76

⑤ 90

⑥ 100

問 4 下線で示す物質が還元剤としてはたらいっている化学反応の式を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。



## 化学 I

問 5 次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

酢酸水溶液 A の濃度を中和滴定によって決めるために、あらかじめ純水で洗淨した器具を用いて、次の操作 1～3 からなる実験を行った。

**操作 1** ホールピペットで A を 10.0 mL とり、これを 100 mL のメスフラスコに移し、純水を加えて 100 mL とした。これを水溶液 B とする。

**操作 2** 別のホールピペットで B を 10.0 mL とり、これをコニカルビーカーに移し、指示薬を加えた。これを水溶液 C とする。

**操作 3** 0.110 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 D をビュレットに入れて、C を滴定した。

a 操作 1～3 における実験器具の使い方として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 操作 1 において、ホールピペットの内部に水滴が残っていたので、内部を A で洗ってから用いた。
- ② 操作 1 において、メスフラスコの内部に水滴が残っていたが、そのまま用いた。
- ③ 操作 2 において、コニカルビーカーの内部に水滴が残っていたので、内部を B で洗ってから用いた。
- ④ 操作 3 において、ビュレットの内部に水滴が残っていたので、内部を D で洗ってから用いた。
- ⑤ 操作 3 において、コック(活栓)を開いてビュレットの先端部分まで D を満たしてから滴定を始めた。

## 化学 I

b 操作がすべて適切に行われた結果、操作 3 において中和点までに要した D の体積は 7.50 mL であった。酢酸水溶液 A の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  mol/L

① 0.0825

② 0.147

③ 0.165

④ 0.825

⑤ 1.47

⑥ 1.65



## 化学 I

問 6 図 1 に示すように、水素を燃料とする燃料電池と質量 100 g の銅板 2 枚を電極とする電気分解装置を接続して、0.5 mol/L 硫酸銅(II)水溶液 1.0 L の電気分解を行った。この燃料電池の負極では、水素が水素イオン  $H^+$  となって電子を放出している。

この実験において、燃料電池で消費した水素の標準状態における体積[L]と銅電極 A の質量[g]の関係を示すグラフとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、消費した水素が放出した電子は、すべて電気分解に使われるものとする。 7

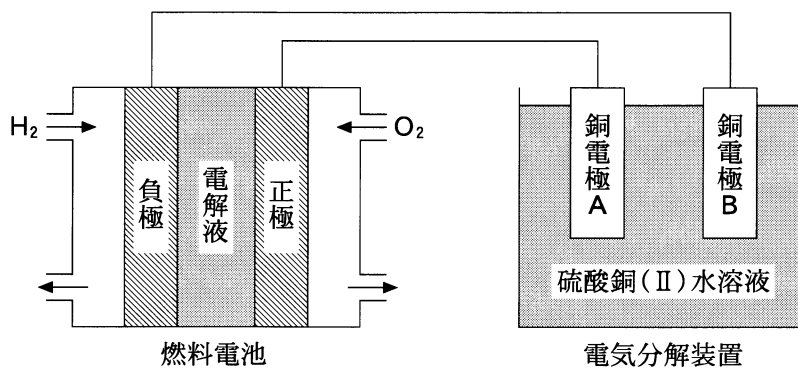
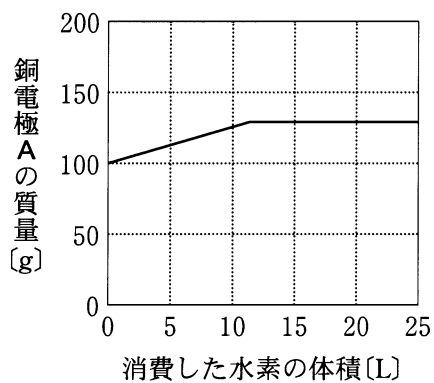
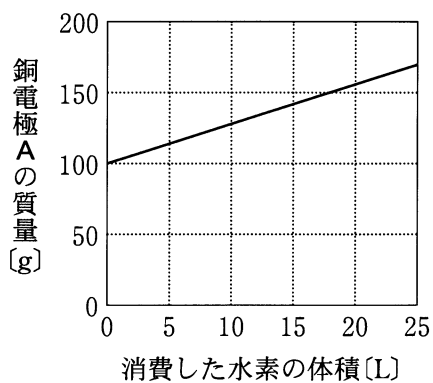


図 1

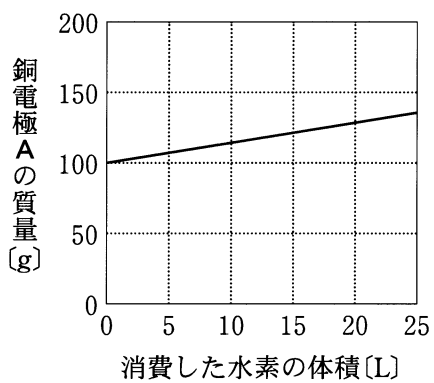
①



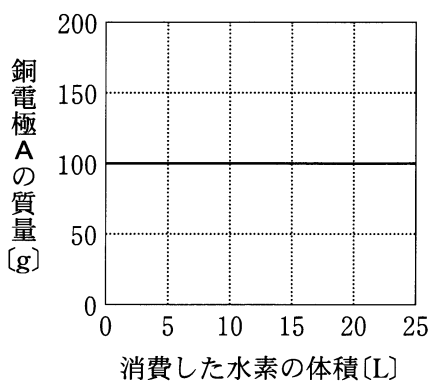
②



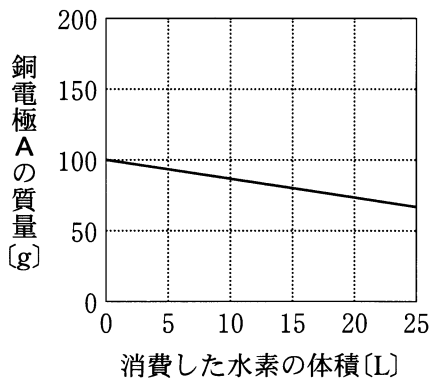
③



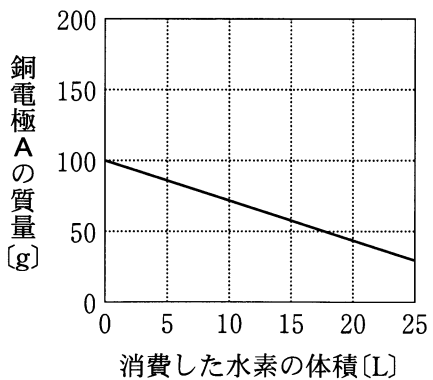
④



⑤



⑥



## 化学 I

第 3 問 次の問い(問 1～7)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

問 1 ヘリウム，ネオン，アルゴンに関する記述として誤りを含むものを，次の

①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① これらの気体は，いずれも空気より軽い。
- ② これらの気体は，いずれも無色・無臭である。
- ③ いずれも単原子分子からなる。
- ④ いずれも反応性に乏しい。
- ⑤ これらの中で沸点が最も低いのは，ヘリウムである。
- ⑥ これらの中で空気中に最も多く含まれているのは，アルゴンである。

問 2 化合物を加熱したときの変化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。

- ①  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  を加熱すると，黒色の  $\text{CuO}$  が生成する。
- ②  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を加熱すると，白色の  $\text{CuSO}_4$  が生成する。
- ③  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  を加熱すると，焼きセッコウ  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  が生成する。
- ④  $\text{CaCO}_3$  を加熱すると，二酸化炭素が発生して生石灰  $\text{CaO}$  が生成する。
- ⑤  $\text{NaHCO}_3$  を加熱すると，水素が発生して  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  が生成する。

問 3 同素体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。 3

- ① 斜方硫黄と単斜硫黄は、いずれも環状構造の分子  $S_8$  からなる。
- ② 黒鉛には電気伝導性があるが、ダイヤモンドには電気伝導性がない。
- ③ ダイヤモンドは共有結合の結晶であり、フラーレン ( $C_{60}$ ) は球状の分子である。
- ④ 黄リンと赤リンは、いずれも空気中で自然発火する。
- ⑤ 酸素に紫外線を当てると、オゾンが生成する。

問 4 金属と酸の反応に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- ① アルミニウムは、希硝酸に溶ける。
- ② 鉄は、希硝酸に溶けるが、濃硝酸には溶けない。
- ③ 銅は、希硝酸と濃硝酸のいずれにも溶ける。
- ④ 亜鉛は、希硫酸と希塩酸のいずれにも溶ける。
- ⑤ 銀は、熱濃硫酸に溶ける。
- ⑥ 金は、希硝酸に溶けないが、濃硝酸には溶ける。

## 化学 I

問 5 一酸化炭素を用いて、4.64 kg の四酸化三鉄  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  をすべて鉄に還元するとき、一酸化炭素は少なくとも何 kg 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  kg

- ① 1.68                      ② 2.24                      ③ 2.44  
④ 3.36                      ⑤ 3.96                      ⑥ 4.48

問 6 水溶液中でイオン A とイオン B、およびイオン A とイオン C をそれぞれ反応させる。いずれか一方のみに沈殿が生じる A～C の組合せを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

|   | A                | B               | C                   |
|---|------------------|-----------------|---------------------|
| ① | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Cl}^-$   | $\text{CO}_3^{2-}$  |
| ② | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{NO}_3^-$ | $\text{SO}_4^{2-}$  |
| ③ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Cl}^-$   | $\text{SO}_4^{2-}$  |
| ④ | $\text{Ag}^+$    | $\text{OH}^-$   | $\text{CrO}_4^{2-}$ |
| ⑤ | $\text{Mg}^{2+}$ | $\text{Cl}^-$   | $\text{SO}_4^{2-}$  |

問 7 塩とその構成イオンの組合せとして誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

|   | 塩          | 構成イオン  |
|---|------------|--|
| ① | 塩化アンモニウム   | $\text{NH}_4^+$ , $\text{Cl}^-$                      |
| ② | 過マンガン酸カリウム | $\text{K}^+$ , $\text{MnO}_4^-$                      |
| ③ | ミョウバン      | $\text{K}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ |
| ④ | 酢酸鉛(Ⅱ)     | $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$         |
| ⑤ | 炭酸水素ナトリウム  | $\text{Na}^+$ , $\text{HCO}_3^-$                     |
| ⑥ | 塩素酸カリウム    | $\text{K}^+$ , $\text{ClO}^-$                        |

## 化学 I

第 4 問 次の問い(問 1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 25)

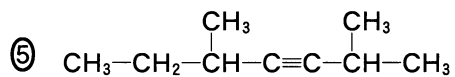
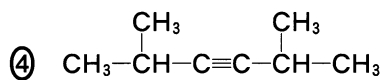
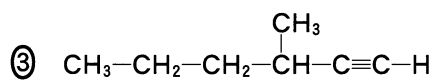
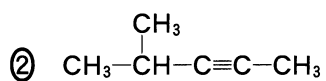
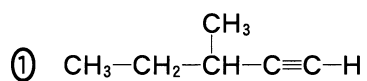
問 1 アルコールに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① メタノールは、触媒を用いて一酸化炭素と水素から合成できる。
- ② エタノールは、触媒を用いてエチレン(エテン)と水から合成できる。
- ③ エタノールを、130～140℃に加熱した濃硫酸に加えると、ジエチルエーテルが生成する。
- ④ 1-プロパノールにニクロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を加えて加熱すると、アセトンが生成する。
- ⑤ 2-プロパノールにナトリウムを加えると、水素が発生する。

問 2 次の記述(ア・イ)が両方ともに当てはまる化合物の構造式として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

ア 水素 1 分子が付加した生成物には、幾何異性体(シス-トランス異性体)が存在する。

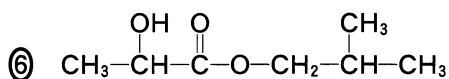
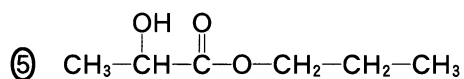
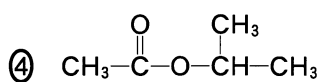
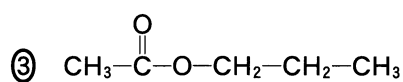
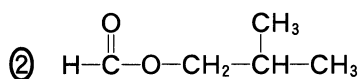
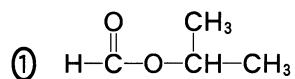
イ 水素 2 分子が付加した生成物には、不斉炭素原子が存在する。





## 化学 I

問 3 化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、希硫酸を加えて酸性にしたところ、2 種類の有機化合物が生成した。一方の生成物は銀鏡反応を示し、他方の生成物はヨードホルム反応を示した。A の構造式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3



問 4 図 1 は、クメン法によりベンゼンからフェノールを合成する経路を示している。図中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる化合物および官能基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**

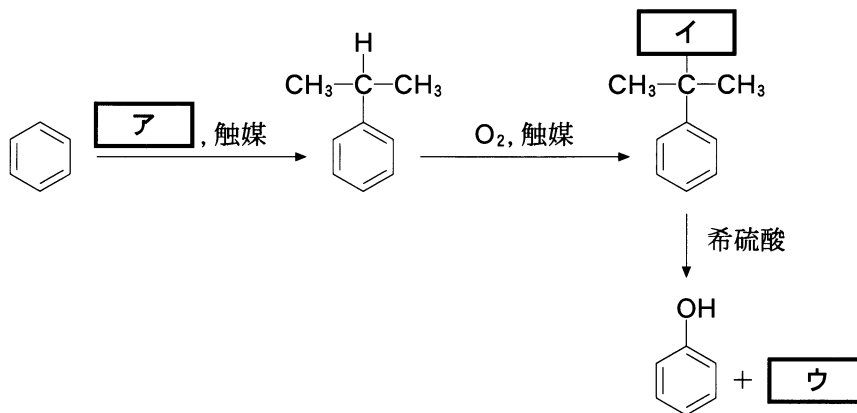


図 1

|   | ア               | イ    | ウ        |
|---|-----------------|------|----------|
| ① | プロパン            | -OOH | 2-プロパノール |
| ② | プロパン            | -OOH | アセトン     |
| ③ | プロパン            | -OH  | 2-プロパノール |
| ④ | プロパン            | -OH  | アセトン     |
| ⑤ | プロペン<br>(プロピレン) | -OOH | 2-プロパノール |
| ⑥ | プロペン<br>(プロピレン) | -OOH | アセトン     |
| ⑦ | プロペン<br>(プロピレン) | -OH  | 2-プロパノール |
| ⑧ | プロペン<br>(プロピレン) | -OH  | アセトン     |

## 化学 I

問 5 次の操作 1～4 からなる実験について、下の問い(a・b)に答えよ。

**操作 1** 乾いた試験管 A に酢酸とエタノールを 2 mL ずつ入れて振り混ぜ、さらに濃硫酸を 0.5 mL 加えた。この試験管 A に沸騰石を入れて、十分に長いガラス管を取りつけ、図 2 に示すように 80 °C の水の入ったビーカーの中で 5 分間加熱した。

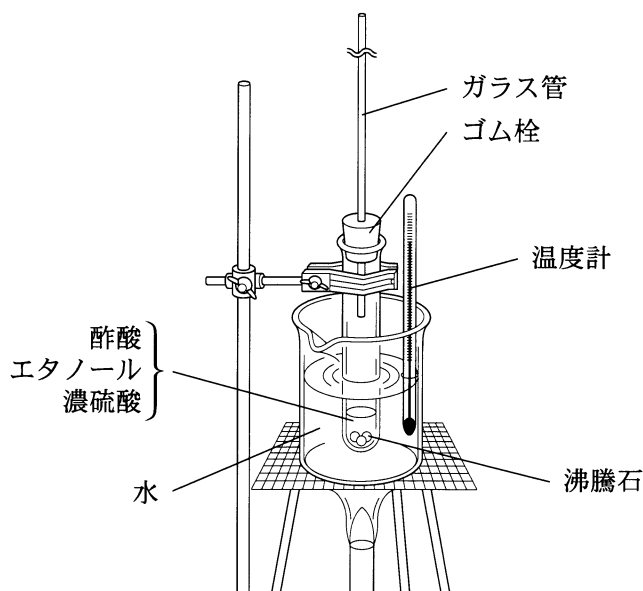


図 2

**操作 2** この試験管 A の内容物を冷却したのち、炭酸水素ナトリウムの飽和水溶液を少量ずつ加えて中和した。

**操作 3** 試験管 A の内容物が水層と生成物の層の 2 層に分離したので、生成物の層を乾いた試験管 B に移した。

**操作 4** 試験管 B 内の生成物の一部を別の試験管 C に移し、十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて、熱水中で振り混ぜながら加熱して反応させた。

a 操作 1～3 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。

- ① 操作 1 で試験管 A に沸騰石を入れるのは、突沸(突発的な沸騰)を防ぐためである。
- ② 操作 1 で試験管 A に長いガラス管を取りつけるのは、蒸発した内容物を冷却して、液体に戻すためである。
- ③ 操作 2 では、二酸化炭素が発生した。
- ④ 操作 2 の中和の結果、試験管 A の内容物が分離したとき、生成物の層は下層であった。
- ⑤ 操作 3 で試験管 B に移した生成物には、果実のような芳香があった。

b 操作 4 の反応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。

- ① 試験管 C の内容物に水酸化ナトリウム水溶液を加えた直後は 2 層に分離していたが、反応が十分に進行すると分離なくなり、均一な溶液になった。
- ② 反応後の溶液からは、酢酸の刺激臭がした。
- ③ この反応では、エタノールが生成した。
- ④ この反応は、けん化と呼ばれる。
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液の代わりに希硫酸を用いた場合、加えた直後は試験管の内容物は 2 層に分離しているが、反応が十分に進行すると分離なくなり、均一な溶液になる。

## 化学 I

問 6 炭素，水素，酸素のみからなり，炭素原子を 4 個もつ分子量 74 の第二級アルコール A がある。A を酸化すると分子量 72 のケトン B になる。A，B 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。 

|   |
|---|
| 7 |
|---|

- ① A には不斉炭素原子がある。
- ② A の構造異性体のうち，アルコールは A のほかに 3 種類ある。
- ③ A の構造異性体のうち，エーテルは 2 種類ある。
- ④ B の構造異性体のうち，アルデヒドは 2 種類ある。
- ⑤ B の構造異性体には，不斉炭素原子をもつものがある。