

※ 指示があるまで問題を開かないでください。

# 令和5年度 専門系専門試験問題 (化学)

令和5年4月30日(日)実施

## 注意事項

- 1 問題は6分野あります。4つの分野を選択し、解答してください。
- 2 解答用紙は、必ず1問につき1枚を使用し、専門区分、受験番号及び氏名を記入してください。
- 3 解答用紙の選択問題欄は、選択した問題番号に○印をつけてください。
- 4 解答内容は、解答に至った経過についても残しておいてください。
- 5 試験時間は60分です。
- 6 この問題は持ち帰ることができます。ただし、解答用紙は白紙でも必ず提出してください。





No. 1 有機化学

次の記述を読み、以下の問いに答えよ。ただし、原子量はH=1.01、C=12.01、O=16.00とする。  
また、解答の有効数字は2桁とせよ。

鎖式の飽和炭化水素をアルカンという。炭素数が1~4のアルカンは常温常圧で気体である。このうち、は空気より重い気体で家庭用ガスなどに用いられる。炭素数が同じならば、枝分かれのあるアルカンは枝分かれないアルカンより沸点が。環式の飽和炭化水素はシクロアルカンとよばれ、炭素数が以下のものは化学的に不安定であるが、炭素数がそれより大きいものは洗剤や溶媒などに用いられる。は沸点が49°Cの石油臭のある無色の液体で引火性が高い。

鎖式の不飽和炭化水素のうち二重結合を1つもつ化合物をアルケンという。アルケンは反応性が高く化学工業の原料に用いられる。鎖式の不飽和炭化水素のうち三重結合を1つもつ化合物をアルキンという。アセチレンは無色、無臭の気体で、炭化カルシウムにを反応させると生じ、燃焼熱が大きいので溶接などに用いられる。

(1) 空欄～に入る適切な語句を下の【語群】から選び、その記号を記入せよ。ただし、同一の記号には同一の語句が入るものとする。

【語群】

3	4	5	6	高い	低い	メタン	エタン	プロパン	シクロプロパン
シクロブタン	シクロペンタン	シクロヘキサン	酸素	水素	水				

(2) ある鎖式の飽和炭化水素を完全燃焼させたところ、水36.0[g]と二酸化炭素66.0[g]が発生した。この化合物の化学式を示せ。

次の記述を読み、以下の問いに答えよ。

金属イオンに非共有電子対をもつ分子やイオンが配位子として配位結合したものを錯イオンという。配位子が $\text{H}_2\text{O}$ や $\text{OH}^-$ の場合は酸素原子の非共有電子対、配位子が「ア」の場合は窒素原子の非共有電子対が配位結合する。配位子の数は、主に金属イオンの種類により決まり、例えば、 $\text{Ag}^+$ は「イ」個、 $\text{Fe}^{2+}$ は6個の配位子と結合する傾向がある。錯イオンのかたちは、混成軌道の考え方により説明できる。 $\text{Fe}^{2+}$ の場合、3d軌道に「ウ」個の電子があり、3d軌道2つ、4s軌道1つ、4p軌道3つから6つの等価な混成軌道が形成され「エ」の錯体ができると考えられる。また、 $\text{Zn}^{2+}$ の場合、3d軌道に「オ」個の電子があり、4s軌道1つ、4p軌道3つから4つの等価な混成軌道が形成され「カ」の錯体ができると考えられる。

- (1) 空欄「ア」～「カ」に入る適切な語句を下の【語群】から選び記入せよ。なお、語句は2回以上使用してもよいものとする。

## 【語群】

$\text{NH}_3$	$\text{NH}_4^+$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	正方形
正四面体形	正八面体形	直線形										

- (2) 硫酸亜鉛(II)水溶液に少量のアンモニア水を加えると白色沈殿が生じるが、さらにアンモニア水を過剰に加えると錯イオンを生じて沈殿が溶解する。この錯イオンの名称と化学式を示せ。

No. 3 分析化学

以下の記述を読み、空欄〔ア〕～〔オ〕に入る適切な語句を下の【語群】から選び記入せよ。  
なお、語句は2回以上使用してもよいものとする。

4種類の芳香族化合物が混合されたジエチルエーテル溶液から、以下のように各化合物を分離して確認した。

- (I) 塩酸を加えてよくふり混ぜたところ水層とエーテル層に分かれた。さらに水層を分析したところ〔ア〕が確認された。
- (II) 上記(I)で分かれたエーテル層に〔イ〕を加えてよくふり混ぜたところ水層とエーテル層に分かれた。さらに水層を分析したところ、1種類の化合物が確認された。
- (III) 上記(II)で分かれたエーテル層に〔ウ〕を加えてよくふり混ぜたところ水層とエーテル層に分かれた。さらに水層を分析したところ〔エ〕が確認され、エーテル層を分析したところ〔オ〕が確認された。

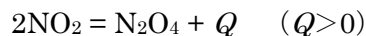
【語群】

アニリン	サリチル酸	フェノール	ニトロベンゼン	塩酸
水酸化ナトリウム水溶液	炭酸水素ナトリウム水溶液			

No. 4 物理化学

次の記述を読み、問い(1)、(2)に答えよ。

二酸化窒素から四酸化二窒素が生じる反応は可逆反応であり、次のような熱化学方程式で表される。



ここで、右向きの反応は2次反応、左向きの反応は1次反応であるものとし、反応速度係数をそれぞれ $k_1$ 、 $k_2$ とすると、平衡定数 $K = [\text{N}_2\text{O}_4] / [\text{NO}_2]^2$ は  となる。さらに、反応速度係数がアレニウスの法則を満たす場合、平衡定数 $K$ は  に比例する。二酸化窒素は赤褐色、四酸化二窒素は無色なので、温度を  すると混合気体の色は濃くなり、圧力を  すると混合気体の色は薄くなる。

(1) 空欄  ~  に入る適切な語句を下の【語群】から選び記入せよ。なお、語句は2回以上使用してもよいものとする。

【語群】

$k_1/k_2$	$k_2/k_1$	$k_1^2/k_2$	$k_1/k_2^2$	$k_2^2/k_1$	$k_2/k_1^2$	$e^{Q/RT}$	$e^{-Q/RT}$
$\log_e Q/RT$	$\log_e(-Q/RT)$	高く	低く				

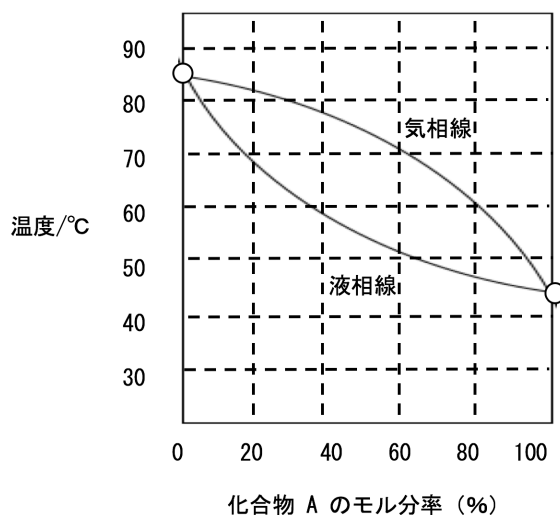
(2) ある温度において、10.0[L]の容器に二酸化窒素0.800[mol]を封入して平衡状態にしたとき、四酸化二窒素0.300[mol]が生じていた。この温度における平衡定数[L/mol]を求めよ。

No. 5 物理化学

以下の問いに答えよ。

- (1) 次の記述を読み、空欄 **ア** ~ **オ** に入る適切な語句を下の【語群】から選び記入せよ。  
 なお、語句は2回以上使用してもよいものとする。

化合物Aと化合物Bを混合した系の気液平衡は下図のように表せる。この図から、同じ温度では化合物Aは化合物Bより蒸気圧（飽和蒸気圧）が **ア** ことがわかる。いま、化合物Aのモル分率が20%の液体を加熱すると、約 **イ** °Cで沸騰する。そのとき、気相における化合物Aのモル分率は約 **ウ** %であり、気体だけを取り出して凝縮すると化合物Aのモル分率が約 **ウ** %の液体が得られる。この液体を加熱すると、約 **エ** °Cで沸騰し、そのときの気相における化合物Aのモル分率は **ウ** %より大きくなる。このような操作を繰り返すと純粋な **オ** が得られる。



【語群】

高い	低い	化合物A	化合物B	10	20	30	40	50
60	70	80	90					

- (2) クロロホルムと四塩化炭素の混合系において、液相における四塩化炭素のモル分率が25.0%であったとき、気相における四塩化炭素のモル分率を求めよ。ただし、両者の混合物は理想溶液であるものとし、この温度におけるクロロホルムと四塩化炭素の蒸気圧（飽和蒸気圧）は、それぞれ、 $2.65 \times 10^4$  [Pa]と  $1.53 \times 10^4$  [Pa]とする。ただし、解答は有効数字2桁とせよ。



以下の記述を読み、問い (1)、(2) に答えよ。

不飽和炭化水素は、合成樹脂（プラスチック）や合成ゴムの原料となる。合成樹脂や合成ゴムは小さな構成単位が繰り返し結合した構造をしており、エチレンを **ア** させたポリエチレンは次のように表される。

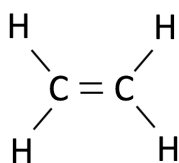


図1 エチレン

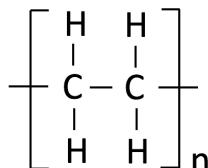


図2 ポリエチレン

ポリエチレンには高密度ポリエチレンと低密度ポリエチレンがある。高密度ポリエチレンは低密度ポリエチレンと比べると **イ** で合成され、結晶部分の割合が **ウ** ため、半透明で硬く、容器やレジ袋などに用いられる。このほか、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレンなどの合成樹脂も日常生活でよく用いられる。

不飽和炭化水素のうち、炭素間二重結合を2個もつジエン化合物を **ア** させると合成ゴムが得られる。合成ゴムには **ア** したあとも炭素間二重結合が残っており、この結合部分が **エ** になっている割合が大きいほうが、弾性が大きい。1,3-ブタジエンを **ア** させたブタジエンゴムはタイヤなどに用いられる。また、1,3-ブタジエンと **オ** を共重合させた合成ゴムは耐油性が高いため燃料タンクや石油ホースなどに用いられる。

- (1) 空欄 **ア** ~ **オ** に入る適切な語句を下の【語群】から選び記入せよ。ただし、同一の記号には同一の語句が入るものとする。

【語群】

付加重合	縮合重合	高温高圧	低温低圧	大きい	小さい	トランス型
シス型	スチレン	アクリロニトリル				

- (2) ポリプロピレンとブタジエンゴムの構造を図2の形式で表せ。



