

令和4年度
広島大学光り輝き入試 総合型選抜

理学部 化学科

筆記試験 問題

令和3年11月20日

自 13時00分

至 15時30分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページは、13ページです。
3. 解答用紙は3枚、下書き用紙は1枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙と下書き用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙と下書き用紙は、すべて回収します。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

このページは白紙である。

[I] 以下の塩化鉄(Ⅲ)の反応を記述した文章(ア)～(ウ)を読み、問1～問9に答えよ。

(ア) (a)塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰水に加えると、赤褐色のコロイド溶液が得られた。
(b)このコロイド溶液に2本の電極を浸し、直流電圧をかけると陰極のまわりの溶液の色が濃くなった。

(イ) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿が生じた。これをろ過により分離し、加熱すると赤鉄鉱の主成分である酸化鉄(Ⅲ)が得られた。赤鉄鉱を含む鉄鉱石をコークス、石灰石と混合して溶鉱炉で熱風を送りながら加熱すると鉄が得られる。このとき、炉内では気体①と気体②が発生する。気体①はコークスの燃焼や (c)石灰石の熱分解で生じる。(d)気体②は気体①と高温のコークスが反応すると発生する。(e)気体②と酸化鉄(Ⅲ)が反応することで、溶鉱炉の底で鉄が得られる。この段階で得られる鉄は炭素含有量が高いため硬いがもろく、

あ

とよばれる。

(ウ) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を過酸化水素水に加えると、触媒作用によって過酸化水素が分解した。

表1 気体の生成熱

物質	生成熱 [kJ/mol]
水(気体)	242
一酸化炭素	111
二酸化炭素	394
メタノール(気体)	240

表2 結合エネルギー

化学結合	結合エネルギー [kJ/mol]
C-H (CH ₄)	413
O-H (H ₂ O)	463
O=O (O ₂)	498
C=O (CO ₂)	803

問1 下線部(a)のコロイド粒子が水中で集まることなく分散している理由を30字以内で説明せよ。

問2 下線部(a)のコロイド溶液を半透膜に包んで蒸留水に浸し、コロイド粒子を分離・精製する操作の名称を答えよ。

問3 下線部(a)のコロイド溶液に試薬を加えてコロイド粒子を沈殿させたい。最も沈殿させやすい試薬を下から1つ選び、選択した理由を説明せよ。

塩化水素 硫酸ナトリウム 硫化鉛 塩化カルシウム

問4 下線部(b)の現象の名称を答えよ。

問5 下線部(c), (d), (e)で起こる反応をそれぞれ化学反応式で記せ。

問 6 下線部(d)で起こる反応の反応熱〔kJ/mol〕を、表 1 の値を参考にして符号とともに整数で求めよ。計算過程も記せ。

問 7 表 1 と表 2 の値を参考にして、気体②の分子を完全に原子に分解するのに必要なエネルギー〔kJ/mol〕を整数で求めよ。計算過程も記せ。

問 8

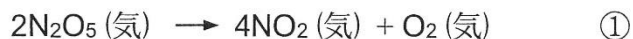
あ

に当てはまる最も適切な言葉を答えよ。

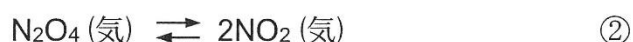
問 9 (ウ) について、 Fe^{3+} と過酸化水素の反応および Fe^{2+} と過酸化水素の反応をそれぞれ反応式で記せ。また、過酸化水素の分解において Fe^{3+} が触媒作用を示す理由を説明せよ。

[II] 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体として取り扱えるものとし、気体定数を $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ とする。

気体の五酸化二窒素 N_2O_5 は反応①によって徐々に分解していく。



この反応で生じた NO_2 は、四酸化二窒素 N_2O_4 と化学平衡②の状態にすみやかに達する。



五酸化二窒素の分解反応とそれに伴う混合気体の組成変化を調べるために、次の実験 1～実験 3 を行った。ただし、実験 1 と実験 2 の反応開始時には N_2O_5 のみ存在しているものとする。なお、各物質はすべて気体として存在し、反応①および②以外の化学反応は起こらないものとする。

実験 1 真空容器に N_2O_5 を封入し、一定温度、一定体積のもとで酸素生成量の時間変化を測定した。反応開始後 2.00 分で O_2 のモル濃度は $4.18 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ だけ増加した。

実験 2 実験 1 とは別の真空容器に N_2O_5 を封入し、一定温度 320 K、一定体積のもとで容器内の圧力を時間ごとに測定した。反応開始後 200 分で容器内の圧力が一定になった。測定結果は次のページの図のようになった。

実験 3 実験 2 の後、容器内の気体を排気せずに、320 K に保ちながら混合気体をゆっくり圧縮した。容器の体積が 1/2 倍になったとき、容器内の圧力を測定した。

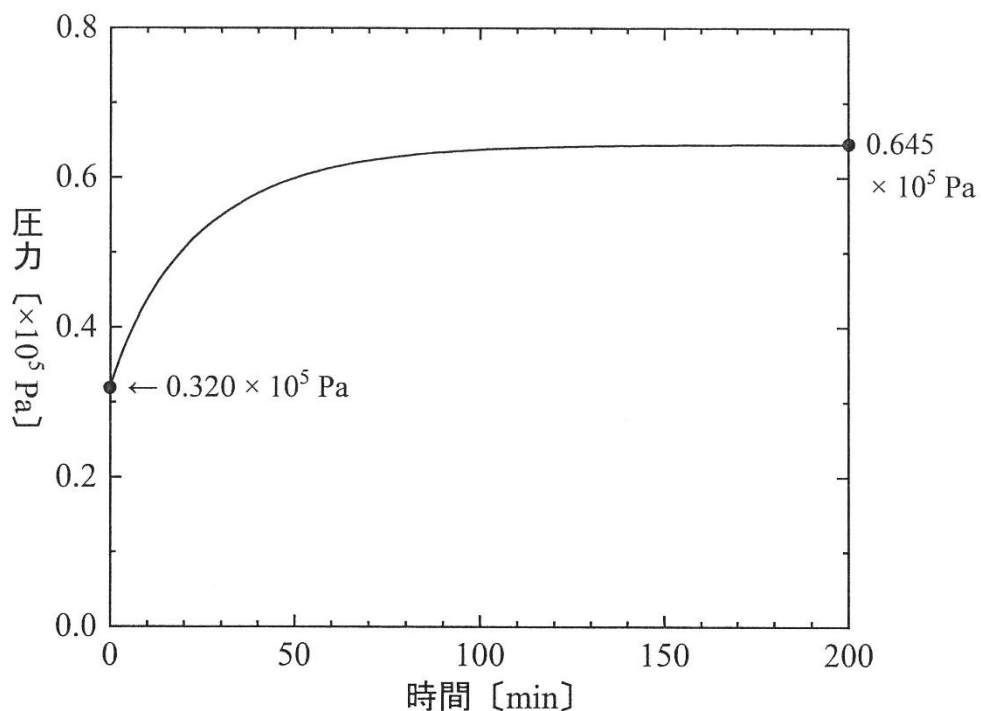


図 実験 2 における容器内の圧力の時間変化

- 問 1 実験 1 において、0~2.00 分の間における O_2 の平均増加速度 [$\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$] を有効数字 3 桁で求めよ。
- 問 2 実験 1 において、0~2.00 分の間における N_2O_5 の平均減少速度 [$\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$] を有効数字 3 桁で求めよ。
- 問 3 実験 2 において、反応開始時における N_2O_5 のモル濃度 [mol/L] を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、必要な数値は図から読み取れ。

問 4 実験 2 において反応開始後 200 分で容器内の圧力が一定になった。このとき、以下の問い(i)~(iii)に答えよ。ただし、必要な数値は図から読み取れ。

(i) O_2 の分圧 [Pa] を有効数字 3 桁で求めよ。

(ii) 化学平衡②において N_2O_4 が解離した物質量の割合を α (ただし, $0 \leq \alpha \leq 1$) とする。 α の値を有効数字 3 桁で求めよ。また、その計算過程も示せ。

(iii) 化学平衡②の圧平衡定数 [Pa] を有効数字 2 桁で求めよ。

問 5 実験 3 について、次の (ア) ~ (エ) のうち正しいものを選び、記号で答えよ。また、その理由を説明せよ。

(ア) 圧縮後の圧力は、圧縮前の圧力の 2 倍より高くなった。

(イ) 圧縮後の圧力は、圧縮前の圧力の 2 倍になった。

(ウ) 圧縮後の圧力は、圧縮前の圧力の 2 倍より低く、圧縮前より高くなった。

(エ) 圧縮後の圧力は、圧縮前の圧力と変わらなかった。

[Ⅲ] 次の英文を読み，問 1～問 8 に答えよ。

著作権保護の観点から、公開していません。

著作権保護の観点から、公開していません。

(K. W. Whitten, R. E. Davis, M. L. Peck, *General Chemistry with Qualitative Analysis, 5th Edition*, pp 998-1000 より抜粋し一部改変)

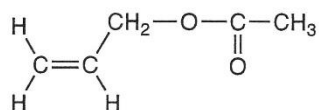
margarine = マーガリン, heart disease = 心臓病, ingredient = 成分, pose = 引き起こす,
unsaturated = 不飽和の, prolong = 延ばす, shelf life = 保存期間, diet = 食習慣,
fatty acid = 脂肪酸, linear = 直線の, blood vessel = 血管, kink = ねじれ,
bent = 折れ曲がり, nutritionist = 栄養士, intake = 摂取量

問 1 下線部(a)を日本語に訳せ。

問 2 下線部(b)の「hydrogenation process」が示す最も適切な反応の名称を日本語で答えよ。

問 3 下線部(c)に関連して, 分子式 $C_4H_6O_2$ の不飽和脂肪酸として考えられる全ての異性体を, 以下の例にならって構造式で記せ。

(例)



問 4 脂肪酸には, *cis* 型の炭素-炭素二重結合が 2 つあるリノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$ や飽和脂肪酸であるステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ がある。リノール酸の融点は $-5\text{ }^{\circ}C$, ステアリン酸の融点は $71\text{ }^{\circ}C$ である。下線部(c)の記述に基づき 2 つの脂肪酸の融点が大きく異なる理由を説明せよ。

問 5 次の文章を読み, 以下の問い(i)~(v)に答えよ。また, 計算に必要な場合は, 次の原子量を用いよ。H = 1.0, C = 12, O = 16, K = 39, I = 127

油脂は 1 分子のグリセリン ($C_3H_8O_3$) と 3 分子の脂肪酸のエステルである。88.4 g の油脂 **A** を完全にけん化するためには少なくとも 16.8 g の水酸化カリウムが必要であった。油脂 **A** を完全にけん化した後, 酸を加えて遊離すると, グリセリンと 1 種類の直鎖状の不飽和脂肪酸 **B** が得られた。

- (i) 不飽和脂肪酸 **B** の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。
- (ii) 不飽和脂肪酸 **B** に含まれると考えられる炭素原子の数の最大値と最小値をそれぞれ整数で答えよ。
- (iii) 2.82 g の不飽和脂肪酸 **B** を完全燃焼させると, 7.92 g の二酸化炭素が生じた。不飽和脂肪酸 **B** の組成式を記せ。
- (iv) (iii)の結果に基づき, 油脂 **A** のヨウ素価を有効数字 3 桁で求めよ。
- (v) (iii)の結果に基づき, 油脂 **A** の分子式を記せ。

問 6 炭素数の多い脂肪酸のナトリウム塩はセッケンである。分子構造に基づいて, セッケンが洗浄作用を示す理由を説明せよ。

問 7 下線部(d)を日本語に訳せ。

問 8 本文の内容に基づき, 「margarine」を説明する語句として最も適切なものを以下の
(ア) ~ (オ) から1つ選び記号で答えよ。

(ア) animal fat

(イ) vegetable oil produced in nature

(ウ) vegetable oil containing only *cis* isomers

(エ) vegetable oil modified by hydrogenation

(オ) completely hydrogenated vegetable oil

このページは白紙である。