

2025年度

A_b 化学問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべて黒鉛筆または黒のシャープペンシルで記入することになっています。黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は8ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はⅠ～Ⅲとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のように黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

原子量： $\text{H}=1.0, \text{C}=12, \text{O}=16, \text{Na}=23, \text{S}=32$

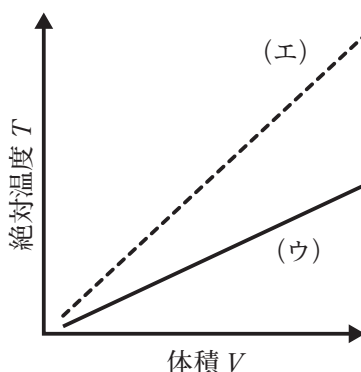
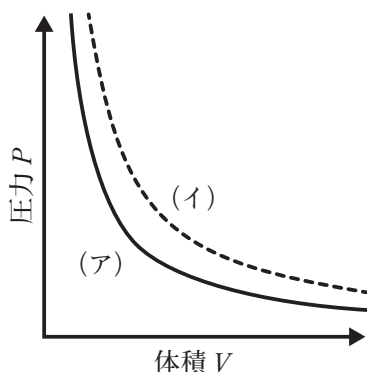
I. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

理想気体では気体の状態方程式 $PV = nRT$ が常に成り立つ。 P は圧力 [Pa]、 V は体積 [L]、 n は物質質量 [mol]、 R は気体定数 [Pa・L/(K・mol)]、 T は絶対温度 [K] である。理想気体では $Z = PV/nRT$ の値が常に1となる。一方、実在気体では Z の値が1からずれることがある。

1. 一定量の理想気体を封入した容積可変の密閉容器内で次の<i>< ii >の条件下で温度あるいは圧力を変化させたとき、(ア)～(エ)それぞれにあてはまる語句の組み合わせとして、正しいものを次の a～d から1つ選び、その記号をマークせよ。

< i > $PV = \text{一定}$

< ii > $V/T = \text{一定}$

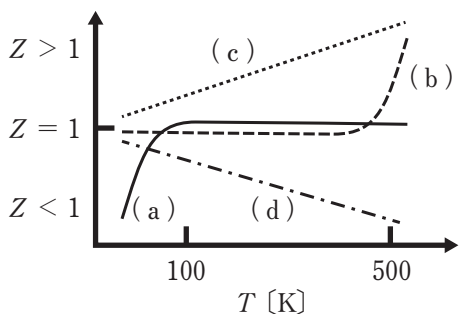


	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
a	高温	低温	高圧	低圧
b	低温	高温	高圧	低圧
c	高温	低温	低圧	高圧
d	低温	高温	低圧	高圧

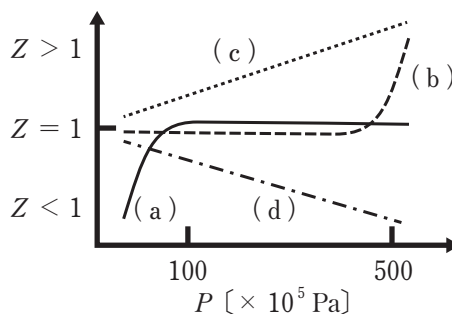
2. 理想気体とみなせるある実在気体の密度を温度 27°C 、圧力 $2.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで測定すると 3.53 g/L であった。この気体の分子量を求め、その値を有効数字3桁でしるせ。

3. 次の図の<A>温度と Z の関係および圧力と Z の関係において、実在気体である水素のグラフとしてもっとも適当なものを、それぞれ a ~ d から1つ選び、その記号をマークせよ。

<A> 圧力一定



 温度一定

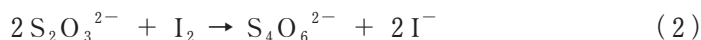
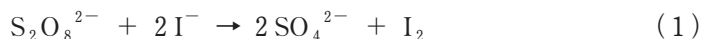


4. Z の値が1より大きくなる場合と、1より小さくなる場合について、その理由をそれぞれ2行以内でしるせ。必要ならば「分子の体積」「分子間力」という語句を用いよ。

5. 容積 20.0 L の空の密閉容器に 1.20 mol のエタンと 5.50 mol の酸素を封入し、この混合気体を完全燃焼させた。燃焼後の 27.0°C における密閉容器内の全圧 $[\text{Pa}]$ を求め、その値を有効数字3桁でしるせ。ただし、気体は理想気体とみなし、 27.0°C の水の飽和蒸気圧を $3.60 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、生成した水の体積および水への気体の溶解は無視できるものとする。

II. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

ペルオキシ二硫酸イオンとヨウ化物イオンの反応は式(1)のように表される。また、(ア)とヨウ素分子の反応は式(2)のように表される。



これらの反応が同一の反応液内で共に起こる場合、式(1)に従って生成したヨウ素分子は、式(2)に従って速やかにヨウ化物イオンへ変化する。しかし、反応液中の $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ がすべて消費されると、式(2)の反応が起こらなくなるため、反応液中にヨウ素分子が存在するようになる。ヨウ素分子の存在は、反応液中にデンプン指示薬をあらかじめ加えておくことで確認できる。

式(1)の反応速度式は次式で表される。

$$v = -\frac{d[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]}{dt} = \frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n \quad (3)$$

ここで v は反応速度、 k は反応速度定数である。 $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ 、 $[\text{I}^-]$ はペルオキシ二硫酸イオンとヨウ化物イオンのモル濃度をそれぞれ表す。 m 、 n は反応次数とよばれ、実験的に求められる値である。

v が反応開始直後の反応速度 v_0 で一定とみなせる条件で実験を行う。反応開始から反応液が呈色するまでの時間を Δt とする。反応前の反応液に含まれる $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ のモル濃度があらかじめわかっているならば、これが完全に反応するのに必要なヨウ素分子のモル濃度を計算で求めることができる。このヨウ素分子のモル濃度を C とすると、次式が成り立つ。

$$v_0 = \frac{C}{\Delta t} \quad (4)$$

式(4)に基づいて、 v_0 を求めることができる。また、ペルオキシ二硫酸イオンの初濃度を X 、ヨウ化物イオンの初濃度を Y とすると、次式が成り立つ。

$$v_0 = kX^mY^n \quad (5)$$

式(4)を式(5)に代入して両辺の対数をとって整理すると

$$\log \Delta t = -m \log X - n \log Y + \log C - \log k \quad (6)$$

となる。この式(6)を基に、反応次数を求めることができる。

一般に k は温度にも依存する。 k の温度依存性を示す式としてアレニウスの式が知られ

ており、式(7)で表される。

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (7)$$

ここで A は頻度因子とよばれる定数であり、 E_a は活性化エネルギー、 R は気体定数、 T は絶対温度である。 e は定数 ($e = 2.718\cdots$) である。

1. 文中の空所(ア)にあてはまるもっとも適当なイオンの名称をしるせ。
2. ヨウ素に関する次の a ~ e の記述のうち、正しいものを1つ選び、その記号をマークせよ。
 - a. ヨウ素の単体は常温・常圧で液体である。
 - b. ヨウ素の単体は水と激しく反応する。
 - c. ヨウ化物イオンを含む水溶液に臭素水を加えるとヨウ素が遊離する。
 - d. ヨウ化銀は水に溶けやすい。
 - e. ヨウ素デンプン反応で呈色した液を冷却すると色が消える。
3. 文中の下線部1)に関して、(ア)とナトリウムイオンからなる塩の五水和物 5.0 mg を含む反応液(液量 10 mL)を反応させたところ、反応開始 100 秒で呈色した。 v_0 を求め、その値を有効数字2桁で単位とともにしるせ。
4. 文中の下線部2)に関して、複数の実験条件において得られた結果を基にこの反応の反応次数を求めるには、実験条件をどのように変化させればよいと考えられるか、4行以内でしるせ。必要ならば式を用いてもよい。なお、「傾き」という語を必ず用いること。
5. 文中の下線部3)に関して、反応液中の各成分の初濃度は変えずに、反応温度を 20 °C から 40 °C に変化させると、 v_0 が3倍になった。この反応がアレニウスの式に従い、頻度因子は変化しないものとして、 E_a を求め、その値を有効数字2桁で単位とともにしるせ。 $\log_e 3 = 1.10$ とする。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～6に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

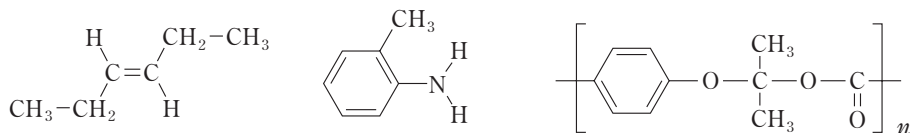
炭化カルシウムと水を反応させると、化合物Aが生成する。 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ においてAは気体として存在する。硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として用いてAに水を付加させると、化合物Bが生成するが、Bは不安定であり、ただちに安定な異性体である化合物Cへ変化する。Cを酸化することで得られる化合物をAに付加させると、化合物Dが生成する。Dを付加重合させると、高分子化合物Eが生成する。Eを水酸化ナトリウム水溶液で完全にけん化すると、E中のすべての(ア)結合が加水分解され、(イ)基を有する高分子化合物Fが生成する。Fは水に溶けやすいが、Fの繊維をホルムアルデヒド水溶液で処理(アセタール化)すると、F中の(イ)基の数が減り、水に不溶なビニロンの繊維が得られる。この反応では、ホルムアルデヒド1分子に対してF中の近接する(イ)基2個が反応して水分子が脱離することでアセタール構造が形成される。ビニロンには多数の(イ)基が残っているので、適度な吸湿性がある。また、ビニロンは強度や耐摩耗性に優れ、ロープや漁網などに用いられる。

1. 文中の下線部の化学反応式をしるせ。ただし、化学反応式中の有機化合物は例にならって構造式としてしるせ。
2. B, C, E, Fの構造式をそれぞれしるせ。ただし、構造式は例にならってしるせ。
3. 文中の空所(ア)・(イ)それぞれにあてはまるもっとも適切な官能基名をしるせ。
4. A, C, Dに関する次の記述a～fのうち、正しくないものを1つ選び、その記号をしるせ。
 - a. Aをアンモニア性硝酸銀水溶液に通じると、銀アセチリドの白色沈殿が生成する。
 - b. A 1分子に対して臭素2分子が付加することで生成する化合物に鏡像異性体(光学異性体)は存在しない。
 - c. 塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒として用いてエチレンを酸化すると、Cが生成する。
 - d. Cは銀鏡反応とヨードホルム反応の両方を示す。
 - e. Dとメタクリル酸メチルは構造異性体の関係にある。
 - f. Dにシーストランス異性体(幾何異性体)は存在しない。

5. 分子量 1.3×10^5 の **E** 43 g を完全にけん化するのに必要な 2.0 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の最小体積 [mL] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

6. 分子量 1.1×10^5 の **F** 55 g をホルムアルデヒド水溶液で処理し、**F** 中の (イ) 基のうち 40 % をホルムアルデヒドと反応させてアセタール化することで得られるビニロンの質量 [g] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

(例)



【以下余白】