

令和6年度 入学試験問題訂正用紙

一般選抜 後期日程

教科・科目等： 化学B

学部・学科等： **【理学部】** 理（化、生、地、学）

② [Ⅱ] 問3 3行目

(誤) 1.0 $\times 10^7$ Pa \Rightarrow (正) 1.00 $\times 10^7$ Pa

令和6年度後期日程入学試験問題

化 学 B

理 学 部

注 意 事 項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、9ページ(表紙、白紙を除く)です。試験開始後、確認しなさい。
- ③ 問題は、**1**から**3**まで3問あります。すべて解答しなさい。
- ④ 解答用紙は3枚あります。解答用紙ごとに指定の欄に受験番号を記入しなさい。
- ⑤ 解答は、問題ごとに解答用紙の指定の欄に記入しなさい。解答用紙(その3)は、裏面にも解答欄があります。

・問題を解くにあたって必要があれば，次の数値を用いよ。

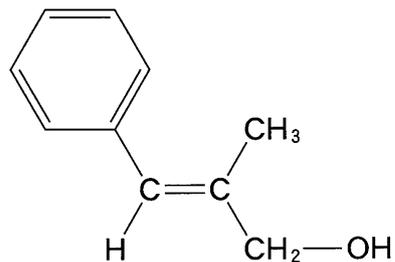
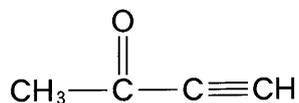
原子量： H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0

Na 23.0 Al 27.0 S 32.0 K 39.0

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

・有機化合物の構造式は，次の例にならって書け。二重結合や三重結合がある場合には，明確に示すこと。

例



1 硫酸カリウムアルミニウム十二水和物はミョウバンとよばれる複塩であり、媒染剤やなめし剤として用いられている。このミョウバンを次に示す実験手順で合成した。実験手順をよく読み、以下の問いに答えよ。

実験1 4.00 g の水酸化ナトリウムを 40 mL の純水に溶かし、この水溶液にアルミニウム粉末 1.80 g をかき混ぜながらゆっくり加えた。アルミニウムは気体の発生をともないながらすべて溶解し、最終的に無色の水溶液が得られた。^①

実験2 実験1で得られた無色の水溶液に 6.0 mol/L の硫酸を少量ずつ加えると、白色沈殿が生じた。生成した白色沈殿をろ過し、純水でよく洗浄した。^②

実験3 実験2で得られた白色沈殿を 200 mL のビーカーに入れ、ガラス棒でよくかき混ぜながら、完全に溶解するまで 6.0 mol/L の硫酸を加えた。

実験4 硫酸カリウム 6.10 g を 50 mL の純水に溶かした後、実験3の水溶液に加え、かき混ぜながら加熱した。この水溶液を氷冷すると、無色の小さな結晶が析出した。この結晶をろ過により得た。

実験5 実験4で得られた結晶を 100 mL のビーカーに入れ、約 30 mL の純水を加え、かき混ぜながら加熱しすべて溶かした。この水溶液を1週間室温で放置することで、ミョウバンが結晶として析出した。得られたミョウバンは 9.48 g であった。^③

問 1 実験 1 と実験 3 の反応を化学反応式で、解答欄 A と B にそれぞれ記せ。

問 2 実験 1 の操作について、水酸化ナトリウムのかわりに塩酸を用いたときの反応を、化学反応式で記せ。

問 3 下線部①の気体について、次の問いに答えよ。

(1) この反応が完全に進行した場合、標準状態では何 L の気体が発生するか。有効数字 2 桁で答えよ。

(2) この気体を捕集する場合、どのような方法が適切か。次の(ア)~(ウ)の中から 1 つ選び解答欄 C に記号で答えよ。また、その捕集方法が適切な理由を解答欄 D に簡潔に説明せよ。

(ア) 下方置換

(イ) 上方置換

(ウ) 水上置換

問 4 下線部②の実験操作は不純物を取り除くためである。取り除かなければならない主な不純物を化合物の名称で答えよ。

問 5 下線部③について、ミョウバンに含まれるアルミニウムイオンは、用いたアルミニウムの何パーセントになるか。有効数字 2 桁で答えよ。

2 化学平衡に関する以下の問い[I], [II]に答えよ。

[I] ある一定の温度のもと、溶液中で化合物 A と化合物 B を反応させたところ、化合物 C が生成し、式①に示すような平衡状態に達した。

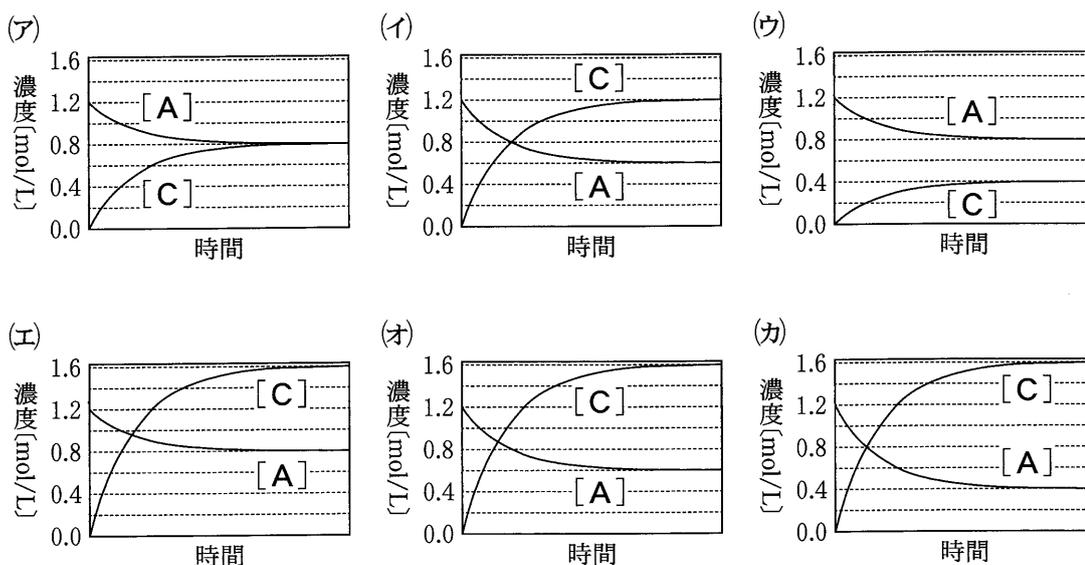


問 1 式①で示される反応の平衡定数は 4.0 であった。反応開始時の化合物 A と化合物 B の濃度 ($[A]_0$, $[B]_0$) が(1), (2)の値であるとき、化合物 A と化合物 C の濃度 ($[A]$, $[C]$) の時間変化を表している図として適切なものを、選択肢の図(ア)~(カ)の中から選び記号で答えよ。ただし、溶液の温度と体積は一定である。

(1) $[A]_0 = [B]_0 = 1.2 \text{ mol/L}$

(2) $[A]_0 = 1.2 \text{ mol/L}$, $[B]_0 = 2.4 \text{ mol/L}$

(選択肢)



[II] 気体 X と気体 Y の混合気体を，一定の条件の下で反応させたところ，気体 Z が生成し，式②に示すような平衡状態に達した。



気体 X と気体 Y を 1 : 1 の物質比で混合した気体が，種々の圧力，温度で平衡に達した状態について考える。図 1 は， $1.00 \times 10^6 \text{ Pa}$ ， $1.00 \times 10^7 \text{ Pa}$ ， $6.40 \times 10^7 \text{ Pa}$ の各圧力下における生成物 Z の物質の百分率と温度の関係を示したものである。以下の問いに答えよ。ただし，気体は理想気体としてふるまうものとし，解答は有効数字 3 桁で答えよ。

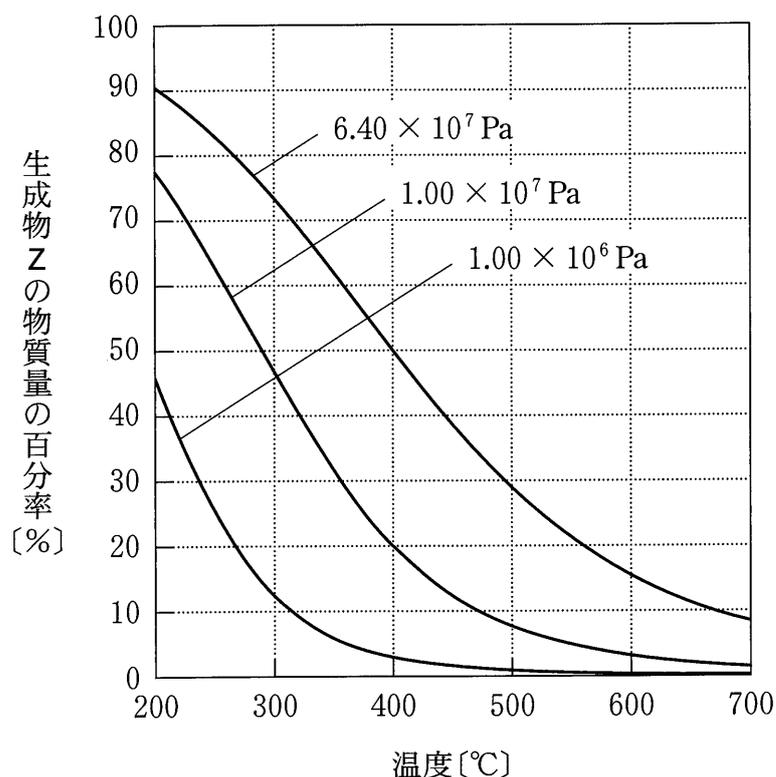


図 1 各圧力下における生成物 Z の物質の百分率の温度依存性

問 2 式②で示される反応の正反応は発熱反応であるか，吸熱反応であるかを解答欄 A に答えよ。また，そのように考えた理由を解答欄 B に簡潔に記せ。

問 3 気体 X と気体 Y を 1 : 1 の物質量の比で混合した気体を，体積を自由に变化できる密閉容器に入れた後，容器の体積を固定し 400 °C に加熱して反応させた。平衡状態に達したときの混合気体の圧力は 1.0×10^7 Pa であった。以下の問いに答えよ。

(1) 生成物 Z の分圧は何 Pa か答えよ。

(2) 平衡状態に達したときの圧平衡定数の値を単位をつけて答えよ。

問 4 問 3 の状態から温度を一定に保ったまま容器の体積を変化させた後，容器の体積を固定した。反応が平衡に達したときの容器内の混合気体の圧力は 6.40×10^7 Pa であった。以下の問いに答えよ。

(1) 混合気体中の生成物 Z の物質量は，容器の体積を変化させる前に比べて何倍になったか答えよ。

(2) 混合気体の体積は，容器の体積を変化させる前に比べて何倍になったか答えよ。

3 以下の文章を読み、問い[I], [II]に答えよ。

[I] カルボニル基に水素原子が少なくとも1つ結合した化合物をアルデヒドという。アルデヒドは第一級アルコールの酸化で得られる。たとえば、メタノールの蒸気に空气中で加熱した銅線を触れさせると、ホルムアルデヒド^①が生じる。ホルムアルデヒドは無色の気体で、水によく溶ける。ホルムアルデヒドをさらに酸化すると化合物Aになる。化合物Aはエタノールと反応して化合物Bと水になる。ホルムアルデヒドは水に溶けやすいポリビニルアルコールと反応し、水に溶けないピニロン^②が得られる。また、ホルムアルデヒドとフェノールを付加縮合させることによりフェノール樹脂が得られる。酸性条件下では、まず、ホルムアルデヒドがフェノールに付加して分子式 $C_7H_8O_2$ で表される化合物Cが生成する。次いで、化合物Cと別のフェノール分子が縮合して化合物Dと水^③が生成する。この2つの反応が繰り返されてフェノール樹脂になる。

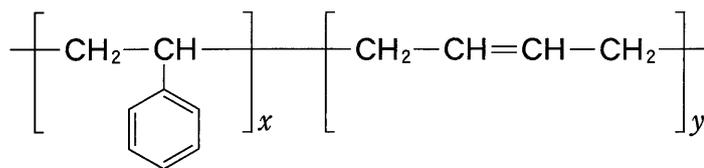
アセトアルデヒドは、エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化^④すると得られる。アセトアルデヒドを酸化し、さらにアセチレンを作用させると化合物Eが得られる。化合物Eを重合し、これを水酸化ナトリウムでけん化するとポリビニルアルコールになる。

問 1 文章中の化合物 B と化合物 E の構造式を記せ。

問 2 空气中で加熱した銅線の表面には酸化銅(Ⅱ) CuO が生成している。下線部①の反応を酸化銅(Ⅱ)を含む化学反応式で記せ。

問 3 下線部②について、重合度が n のポリビニルアルコールのヒドロキシ基の $\frac{1}{3}$ がアセタール化されたビニロンの構造式を例にならって記せ。ただし、例に示した構造式の x と y はそれぞれの部分構造の個数を示している。解答する構造式中のアセタール化された部分と未反応の部分の個数は、 n を用いた式で示すこと。

例



問 4 下線部③の反応の反応式を、構造式を用いて記せ。ただし、反応はフェノールのオルト位で進むものとする。

問 5 下線部④において二クロム酸カリウムは酸化剤として働く。反応が進行すると溶液の色はどのように変化するか。次の(ア)~(オ)の中から選び、記号で答えよ。

- (ア) 橙赤色から無色 (イ) 無色から橙赤色 (ウ) 橙赤色から緑色
(エ) 緑色から橙赤色 (オ) 緑色から無色

[II] スチレンと *p*-ジビニルベンゼンを共重合した平均分子量 8.40×10^4 の高分子 17.50 g をスルホン化して 20.00 g の陽イオン交換樹脂を得た。このイオン交換樹脂を a [g] ずつ 6 本のカラム (円筒状の容器) に入れ、純水で十分に洗浄した。次に、それぞれのカラムに、ある濃度の塩化ナトリウム水溶液 1.0, 3.0, 5.0, 7.0, 9.0, 11.0 mL を通し、さらに十分な量の純水を通してそれぞれ合計 100 mL の流出液を得た。カラムに通した塩化ナトリウム水溶液の体積と流出液の水素イオン濃度の関係は図 2 のようになった。イオン交換は完全に進行して生成した水素イオンはすべて流出液に移り、スルホ基の水素イオンと交換したナトリウムイオンは再び流出しないものとして、以下の問いに答えよ。

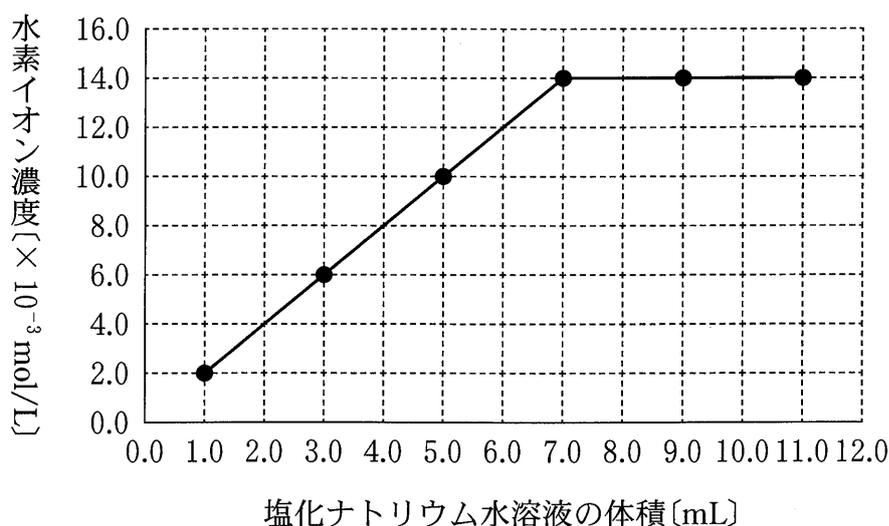


図 2 カラムに通した塩化ナトリウム水溶液の体積と流出液の水素イオン濃度の関係

問 6 スルホン化したイオン交換樹脂において、高分子 1 分子あたりのスルホ基の数を有効数字 3 桁で答えよ。

問 7 カラムに通す前の塩化ナトリウム水溶液のモル濃度を有効数字 2 桁で答えよ。

問 8 カラムに詰めたイオン交換樹脂の質量 a [g] を有効数字 2 桁で答えよ。