

受験番号		氏名	
------	--	----	--

令和8年度 神戸大学工学部第3年次編入学試験

令和7年8月19日 実施

試験問題「化学」

全4ページ(表紙を除く)

注意事項:

1. 試験中は、試験監督の指示に従うこと。従わない場合は、不正行為と見なすことがある。
2. 解答開始の合図があるまで、試験問題を開かないこと。
3. 「受験者心得」で持ち込みが認められたもの以外は、机の上に置かず、カバンの中にしまうこと。試験時間中に使用を認められていない物品を机の上に置いたり、使用したりした場合は、不正行為とみなすことがある。
4. 時計のアラーム、時報、目覚まし音の設定をしている者は解除すること。
5. パソコンや携帯電話等の通信機器(ウェアラブル型端末を含む)を使用することは一切できない。これらを持っている場合は、アラームを設定している者は解除し、必ず電源を切ってから、カバンの中にしまうこと。アラームの解除の仕方が分からない場合は、監督者に申し出ること。試験時間中に、これらを身に着けていた場合は、不正行為と見なすことがある。
6. かばんなどの持ち物は、椅子の下に置くこと。
7. 机の下の物入れは、使用しないこと。
8. 答えは、黒鉛筆またはシャープペンシルで解答すること。
9. 答えは、別紙の解答用紙に解答すること。大問ごとに、解答用紙が分かれているので注意すること。
10. 試験時間中に質問等がある場合は、手を挙げて試験監督に申し出ること。
11. 試験途中の退室は認めません。ただし、トイレに行きたい場合や気分が悪くなった場合は、手を挙げて試験監督に申し出ること。
12. 解答開始の合図の後、問題・解答・下書用紙全てに、受験番号、氏名を記入すること。
13. 配布した用紙(問題・解答・下書用紙)は、試験時間終了後にすべて回収します。持ち帰ることはできないので、注意すること。

令和8年度 神戸大学工学部第3年次編入学試験問題用紙

科目名：化学

令和7年8月19日実施

(4枚中の1枚)

計算のために必要であれば、次の値を用いなさい。

原子量： H 1.01 C 12.0 O 16.0 Na 23.0 Cl 35.5

気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

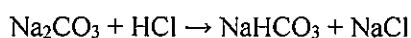
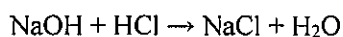
答案は全て別紙の答案用紙に記入すること。

I. 次の文章を読んで、問1～5に答えなさい。(配点25点)

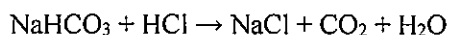
固体の水酸化ナトリウムは、保存方法が不適当な場合、(A)一部が大気中の二酸化炭素と反応して炭酸ナトリウムが生成する。このような水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムとの混合物のそれぞれの割合を、中和滴定によって決定できる。

保存方法が不適当な水酸化ナトリウム約10gを純水に溶解させ、メスフラスコ中で1000mLとした。その10.00mLを三角フラスコにとり、以下の中和滴定を行った。

(ア) フェノールフタレイン溶液1滴を加えて、赤色がちょうど消えるまで 0.107 mol L^{-1} の塩酸で滴定したところ17.93mLを要した。このときには次の2種類の反応がほぼ同時に進行している。



(イ) さらにメチルオレンジ溶液1滴を加えて、橙色になるまで 0.107 mol L^{-1} の塩酸で滴定を続けたところ、2.98mLを要した。このときには次の1種類の反応のみが進行している。



問1 下線部(A)の反応の反応式を答えなさい。

問2 (ア)、(イ)の滴定の終点では、三角フラスコ内の溶液のpHはそれぞれどれぐらいか。1～14の整数値のうちから答えなさい。

問3 試料溶液10.00mLに含まれる水酸化ナトリウムを中和するのに必要な 0.107 mol L^{-1} の塩酸の体積(mL)を小数点以下2桁まで答えなさい。

問4 試料溶液10.00mLに含まれる炭酸ナトリウムを第二中和点まで中和するのに必要な 0.107 mol L^{-1} の塩酸の体積(mL)を小数点以下2桁まで答えなさい。

問5 この中和滴定で使用した、保存方法が不適当な水酸化ナトリウム中に含まれる炭酸ナトリウムの質量分率(%)を有効数字3桁で求めなさい。

Ⅱ. $A+B \rightarrow AB$ の反応について、問1～3に答えなさい。(配点25点)

問1 図1(あ)は化合物Aと化合物Bの反応、図1(い)はこの反応系に触媒Cを添加した均一触媒反応のポテンシャルエネルギー曲線である。図1(あ)の反応の活性化エネルギー $[kJ mol^{-1}]$ と反応熱 $[kJ mol^{-1}]$ を有効数字2桁でそれぞれ答えなさい。

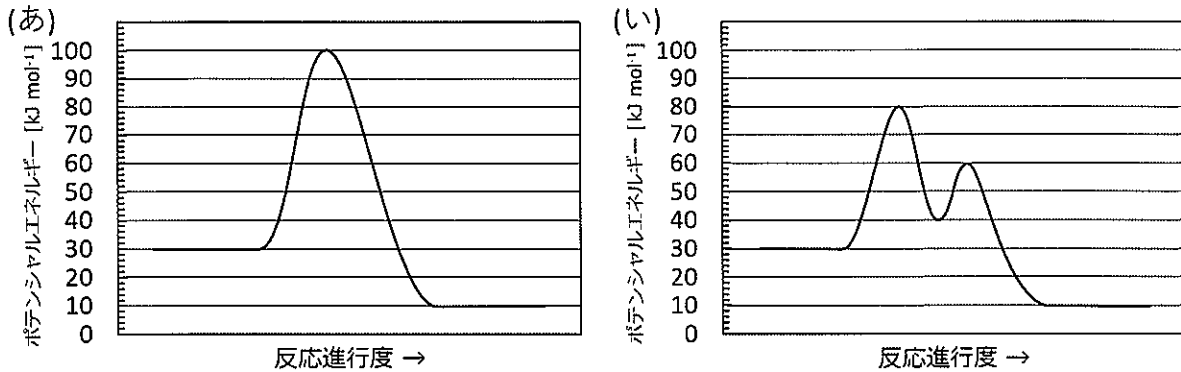


図1 (あ) $A+B \rightarrow AB$ の反応のポテンシャルエネルギー曲線 (触媒Cの添加なし)
(い) $A+B \rightarrow AB$ の反応のポテンシャルエネルギー曲線 (触媒Cの添加あり)

問2 触媒Cを添加した反応の反応速度定数は300 Kで $2.1 \times 10^{-3} m^3 mol^{-1} s^{-1}$ 、400 Kで $3.1 \times 10^{-1} m^3 mol^{-1} s^{-1}$ であった。この反応速度の温度依存性がアレニウス式に従うとすると、400 Kにおける活性化エネルギーは300 Kにおける活性化エネルギーの何倍か、以下から適切なものを選択しなさい。

- 2.1/310倍、5/7倍、3/4倍、等倍、4/3倍、7/5倍、310/2.1倍

問3 触媒Cを添加した反応について、反応途中のA, B, Cの濃度 (C_A, C_B, C_C) と実験1(表1)でのAB生成反応速度 $r_{AB,1}$ に対するAB生成反応速度の相対値を調べたところ、表1の結果を得た。以下の(1)～(2)に答えなさい。なお、もし、CがAやBと中間体を生成するならば、その中間体はそれぞれACおよびBCと書き表すこととする。

表1 反応途中のA, B, Cの濃度 (C_A, C_B, C_C) とAB生成反応速度の相対値

	$C_A [mol m^{-3}]$	$C_B [mol m^{-3}]$	$C_C [mol m^{-3}]$	AB生成反応速度
実験1	3	3	1	$r_{AB,1}$
実験2	3	6	1	$2 \cdot r_{AB,1}$
実験3	6	3	1	$r_{AB,1}$
実験4	3	3	2	$2 \cdot r_{AB,1}$

- (1) 反応速度定数を k とすると、表1の実験条件におけるAB生成反応速度 r_{AB} は、 $r_{AB} = k \cdot C_A^x \cdot C_B^y \cdot C_C^z$ と書けた。反応次数 x, y, z を決定しなさい。
- (2) 図1(い)より、この反応は2つの反応の直列反応と考えられる。各反応の化学反応式を書きなさい。また、1段階目と2段階目の反応のどちらが律速反応か答えなさい。

Ⅲ. 次の文章を読んで、問 1～2 に答えなさい。(配点 25 点)

問 1 エタン、プロパン、プロピレン (プロペン) の混合気体がある。273 K、 1.0×10^5 Pa でこの混合気体 100 mL をとり、濃硫酸の中を通してから体積を測定したところ 70 mL であった。
(A)この濃硫酸の中を通した後に得られた気体を 10 mL とり、酸素 50 mL を混合して(B)完全に燃焼させ、体積を測定したところ 32 mL であった。

ただし、濃硫酸に溶解する気体は全て溶解し、溶解しない気体はまったく溶解しないとする。また、エタン、プロパン、プロピレン (プロペン) は理想気体としてふるまうものとする。

- (1) 下線部(A)の気体に含まれる物質を全て物質名で答えなさい。
- (2) 下線部(B)で起こる全ての燃焼反応式を答えなさい。
- (3) はじめの混合気体中の各成分の体積百分率 (%) を有効数字 2 桁で求めなさい。ただし、気体の体積は全て 273 K、 1.0×10^5 Pa で測定したものとし、273 K における水蒸気圧は無視しなさい。

問 2 理想気体の状態方程式にほぼ従う気体の炭化水素 X 2.06 g は 300 K、 1.0×10^5 Pa で 917 mL の体積を占める。この炭化水素 X を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素と水が生じた。二酸化炭素と水の生成モル比は 1 であった。

- (1) 炭化水素 X の組成式は C_mH_n で表される。整数 m, n をそれぞれ求めなさい。
- (2) 炭化水素 X の分子式は C_MH_N で表される。整数 M, N をそれぞれ求めなさい。
- (3) 炭化水素 X として考えられる全ての異性体の構造式 (幾何異性体を含む) を答えなさい。
- (4) 炭化水素 X の異性体のなかには、塩素と付加反応するものがある。この付加反応によって得られる塩素化合物の塩素の質量分率 (%) を有効数字 2 桁で求めなさい。

IV. H₂Oの状態変化について、問1～2に答えなさい。(配点25点)

問1 H₂Oの温度変化に伴うエントロピー変化について考える。この温度変化でH₂Oは状態変化しないものとする。以下の ～ に適切な数式を記入しなさい。

エントロピー変化：ある温度 T (一定) において、1 mol の H₂O に可逆的に熱 q を供給したとき、そのモルエントロピー変化 dS_m は $dS_m =$ と書き表される。

内部エネルギー変化とエンタルピー変化：圧力 P の定圧過程において、1 mol の H₂O に熱 q を供給することで体積が dV 増大した。このとき、H₂O の内部エネルギー変化 dU は $dU =$ 、モルエンタルピー変化 dH_m は dU と dV を用いて $dH_m =$ と書ける。

したがって、体積一定で非膨張仕事が無い場合に移動する熱 q_V は $q_V =$ と書くことができ、一方、定圧過程において移動する熱 q_P は $q_P =$ と書ける。

モル熱容量：1 mol の H₂O に熱 q を供給したときに温度が dT 上昇したとすると、H₂O のモル熱容量 C_m は $C_m =$ と書ける。従って、定容条件では定容モル熱容量 $C_{V,m} = dU/dT$ 、定圧条件では定圧モル熱容量 $C_{P,m} = dH_m/dT$ と書ける。

よって、定容条件下で T_1 から T_2 に温度変化したときの H₂O のモルエントロピー変化 ΔS_m は、 $C_{V,m}$ を用いて

$$\text{定容条件下： } \Delta S_m = \int_{T_1}^{T_2} \text{ } dT$$

と書け、定圧条件下で T_1 から T_2 に温度変化したときの H₂O のモルエントロピー変化 ΔS_m は、 $C_{P,m}$ を用いて

$$\text{定圧条件下： } \Delta S_m = \int_{T_1}^{T_2} \text{ } dT$$

と書ける。

問2 水および氷の定圧モル熱容量 $C_{P,m}$ [$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$] はそれぞれ 75.3 (温度に依存しない) および $0.140 \times T$ (温度に依存する) であり、氷の融解エンタルピーは 6.01 kJ mol^{-1} であった。

定圧条件下における次の各変化に伴う H₂O のエンタルピー変化 ΔH [J] およびエントロピー変化 ΔS [J K^{-1}] を有効数字2桁で求めなさい。なお、H₂O の融点は 273 K とする。

- (1) 1.0 mol の水を、液体の状態を保ちながら、温度を 273 K から 300 K に昇温したときの ΔH および ΔS
- (2) 273 K にて、2.0 mol の氷をすべて水に融解したときの ΔH および ΔS
- (3) 200 K の氷 1.0 mol を昇温し、すべて 300 K の水にしたときの ΔH および ΔS