

令和 7 年度学力検査問題

工学部・後期日程

化 学

ペ ー ジ	解答用紙枚数
1 ～ 12	3 枚

解答時間 120 分

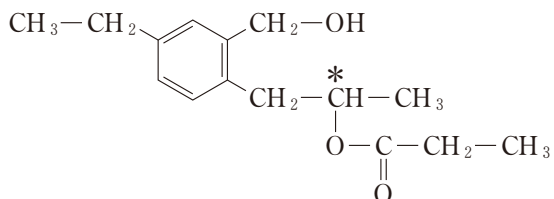
注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 本冊子のページ数は上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがある場合は申し出ること。
3. 解答はすべて別紙解答用紙のそれぞれの指定の解答欄に記入すること。
4. 解答用紙 3 枚の指定された欄(計 6 箇所)に、忘れずに本学の受験番号を記入すること。
5. この問題冊子は試験終了後持ち帰ること。

[注意] 必要があれば、次の値を使うこと。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, S = 32, Cu = 63.5

また、構造式は下の例にならって記せ。不斉炭素原子には*を付けよ。



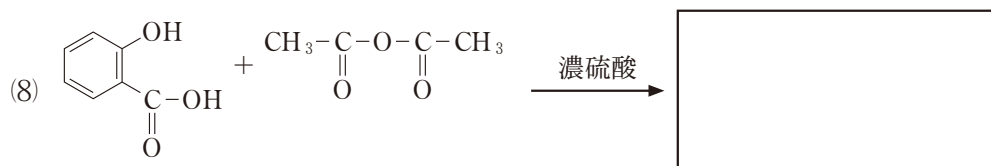
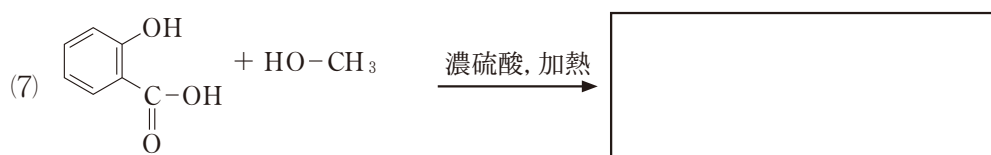
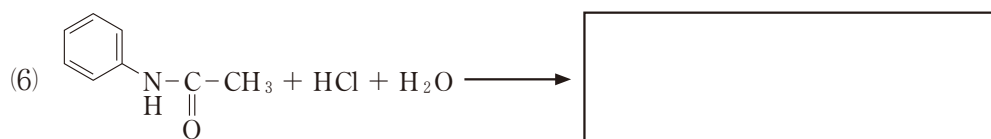
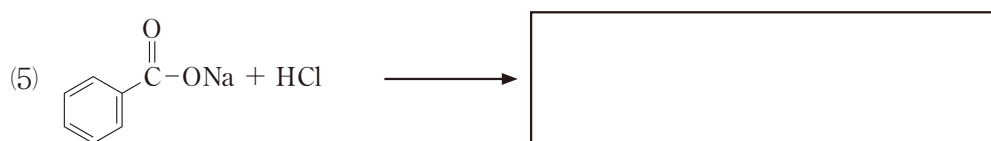
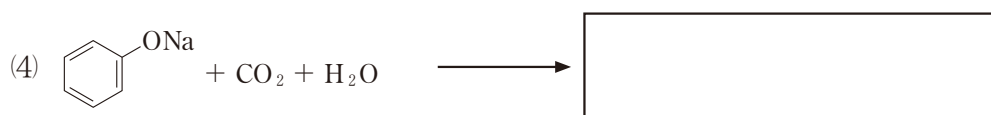
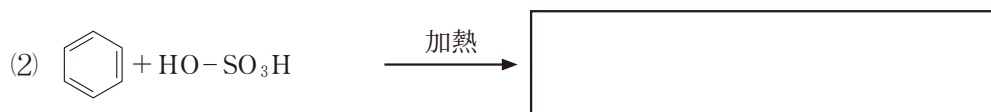
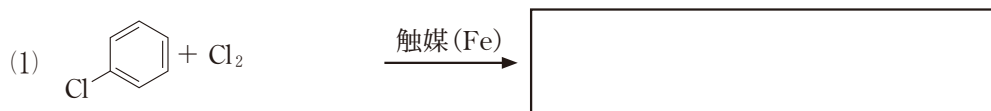
1 問 1 ～ 問 4 に答えよ。

問 1 分子量 100 以下の炭素，水素，酸素からなる未知の化合物 X 22.2 mg を完全燃焼させたところ水 27.2 mg と二酸化炭素 52.8 mg が得られた。化合物 X の分子式を求めよ。

問 2 問 1 で求めた分子式の化合物 X は単体のナトリウムと反応して水素を発生し，またヨードホルム反応を示す。化合物 X として考えられる構造式を記せ。

問 3 分子式 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ をもつエステル化合物のうち，ギ酸エステルを除くと，不斉炭素原子をもつ鏡像異性体は 2 組存在する。各組の構造式を記せ。

問 4 次の化学反応式の右辺を記せ。ただし、複数の構造異性体が生成する場合は、主生成物を記せ。



2 次の文章を読み、問 1 ～問 8 に答えよ。

原子やイオンを結びつける化学結合には、共有結合、金属結合、イオン結合がある。共有結合は 2 つの原子間で価電子を共有することにより形成され、共有される価電子として、両方の原子が (ア) を出し合う場合と、片方の原子が (イ) を出す場合がある。異なる原子間の共有結合は、電荷の偏りが生じ極性をもつ。^(a) 金属原子は価電子を放出しやすいため、多数の金属原子が集合すると、価電子は特定の原子だけでなく金属全体を移動できる (ウ) となり、金属結合が形成される。陽イオンと陰イオンは反対の電荷をもつため、 (エ) によって結びつきイオン結合を形成する。

構成粒子が規則的に配列している固体を結晶といい、共有結合の結晶、分子結晶、金属結晶、イオン結晶に分類される。共有結合の結晶は、多数の原子がすべての原子間で次々と共有結合を形成している。共有結合の結晶には、ダイヤモンド^(b) やケイ素などがある。 分子結晶は、多数の分子が分子間力により結びついている。分子間力には、すべての分子間に働くファンデルワールス力や F、O、N などの原子が関与する (オ) ^(c) がある。金属結晶には、金属光沢とよばれる特有の輝きがある。金属は、展性や延性を示し、電気や熱の良導体である。 イオン結晶は、一般に融点が高く、硬いが、外部からの力にはもろく割れやすい。^(d) また、結晶のままでは電気を通さないが、水溶液にしたり、融解したりすると電気を通す。^(e) ^(f) 金属結晶と異なり、イオン結晶は、陽イオンと陰イオンの大きさの比などにより、さまざまな構造をとる。

イオン半径の比を用いて結晶の安定性を検討することができる。ここで、陽イオンの半径を r_c 、陰イオンの半径を r_a とする。イオンの配置を考えると、陽イオンと陰イオンのみが接している配置が安定である。安定配置から r_c を小さくしていくと、陰イオンどうしが接近し、陽イオンと陰イオンだけでなく陰イオン^(g) どうしも接した限界の配置となる。 限界配置からさらに r_c を小さくすると、陰イオンどうしのみが接した配置となり、結晶は不安定になる。

問 1 文章中の (ア) ～ (オ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)について、ハロゲン化水素の HF, HCl, HBr, HI を結合の極性が大きい順番に並べよ。また、結合に極性をもっているが、無極性分子になる場合と、極性分子になる場合があるが、その理由を簡潔に説明せよ。

問 3 下線部(b)について、ダイヤモンドやケイ素の単位格子に含まれる原子数を答えよ。また、共有結合の結晶の例を、化合物の組成式で 1 つ答えよ。

問 4 下線部(c)について、F, O, N などの原子が関与することは、原子のある特性と関連しているが、その特性の強さを数値的に表す指標の名称を答えよ。

問 5 下線部(d)について、展性や延性を示す理由を簡潔に説明せよ。

問 6 下線部(e)について、ハロゲン化ナトリウムの NaF, NaCl, NaBr, NaI を融点の高い順番に並べよ。また、もろく割れやすい理由を簡潔に説明せよ。

問 7 下線部(f)について、水溶液や液体で導電性を示す理由を簡潔に説明せよ。

問 8 下線部(g)について、NaCl 型と CsCl 型の結晶構造の限界配置に対する半径比 $\frac{r_c}{r_a}$ を、それぞれ、求めよ。なお、半径比 $\frac{r_c}{r_a}$ に含まれる平方根は、そのまま解答すること。

3 次の文章 A ～ C を読み、問 1 ～ 問 3 に答えよ。

文章 A 気体の捕集方法は気体の性質により異なる。気体が水に溶けにくい場合は ，水に溶ける場合は か を行う。気体が空気より軽い場合は で行う。気体の発生では、得られた気体に水蒸気が含まれていることが多く、純粋な気体を得るためには乾燥剤を用いる。酸性乾燥剤には ，中性乾燥剤には ，塩基性乾燥剤には などがある。

文章 B 次の反応により Cl_2 を発生させ捕集する実験を考える。



この場合、発生した Cl_2 には、 と水蒸気が混じっているの
で、 に混合気体を通じることで を除去する。さら
に、 に混合気体を通じることで水蒸気を除去すると Cl_2 が得ら
れる。ここで、 に混合気体を通じる前に安全瓶を設置すると
 を防止できる。

文章 C 硫酸銅(Ⅱ)五水和物を脱水する実験を考える。

5 個の水和水の内、一部は Cu^{2+} に 結合しており、残りは
 Cu^{2+} に 結合した水和水と SO_4^{2-} の間で 結合によっ
て結びついている。 結合した全ての水和水は 110°C 程度で失
われる。

問 1 文章 A ～ C 中の (ア) ～ (シ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2 気体 NH_3 、 CO 、 NO および NO_2 を捕集する場合に適した方法を記せ。

問 3 硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶中に含まれる青色を呈する錯イオンの名称と化学式を答えよ。また、硫酸銅(Ⅱ)五水和物を $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ に加熱した場合、元の何パーセント[%]の質量になっているかを、四捨五入して整数で求めよ。ただし、各物質のモル質量を整数で求めてから計算すること。

4

次の文章を読み、問 1 ～ 問 7 に答えよ。

温度一定，体積一定の密閉した容器中で，(1)式や(2)式の反応式で表される反応に関して実験を行った。実験条件下，全ての成分 A，B，C，D，E，F は気体状態であり，理想気体とみなせるものとする。

[1] 速度式は反応式の係数から単純に求まるものではなく，実験によって求められるものである。(1)式で表される反応について[実験 1]を行って，この反応の速度式を決定した。



[実験 1] 成分 A のモル濃度[A]だけを 0.5 倍にすると，反応速度は 0.5 倍になった。成分 A のモル濃度[A]を 0.5 倍に，成分 B のモル濃度[B]を 1.5 倍にすると，反応速度は 0.75 倍になった。

[2] 次に，(2)式で表される反応について[実験 2]～[実験 4]を行った。



D，E，F のモル濃度をそれぞれ [D]，[E]，[F]と書くと，(2)式の正反応の速度 v_f は，(3)式の数式で表された。また，逆反応の反応速度 v_r は，(4)式の数式で表された。

$$v_f = k_f [\text{D}] [\text{E}] \quad (3)$$

$$v_r = k_r [\text{F}]^2 \quad (4)$$

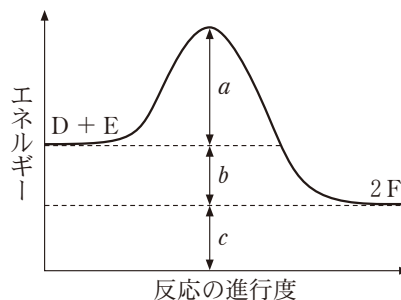


図 1

ただし， k_f ， k_r は温度のみに依存する定数(速度定数)である。また，この反応の反応経路は別途実施した実験より図 1 に示すようなものであることがわかった。

[実験 2] 1.0 mol の D と 2.0 mol の E を容器に入れ、温度を T_1 として反応させ、 $[F]^2/[D][E]$ の値(以後 K とおく)の時間変化を測定したところ、一定時間後に平衡状態に達し K の値は 24.0 となった。次に温度を T_1 としたまま 1.0 mol の D を容器内に導入して再び平衡状態になるまで反応させた。その後、温度を T_2 にしたところ、しばらくすると新しい平衡状態に達した。

[実験 3] 1.0 mol の D と 4.0 mol の F を容器に入れ、温度を T_2 として反応させたところ平衡状態に達し K の値は 12.0 となった。

[実験 4] 2.0 mol の D と 2.0 mol の E を容器に入れ、温度を T_3 として反応させたところ、全く反応が起こらなかった。そこで、温度を T_4 としたところ反応が進行し、平衡状態に達して、 K の値は 20.0 となった。

問 1 (1)式の反応式で示される反応の反応速度を v 、速度定数を k として、反応の速度式を示せ。

問 2 [実験 2]～[実験 4]の文章中の K を何と呼ぶか答えよ。

問 3 温度 T_1 における逆反応((4)式)の速度定数 k_r を単位とともに有効数字 2 桁で答えよ。同温度における正反応((3)式)の反応速度定数 k_f は $36 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ と求まっているものとする。

問 4 下線部(a)について、2 段階目の平衡状態に達する途中のある時点において、容器内の成分 D の物質量は 0.6 mol であった。このときの容器内の成分 F の物質量を求めよ。また、1 段階目の平衡状態における容器内の圧力を P として、2 段階目の平衡状態における容器内の圧力を、 P を用いて答えよ。

問 5 [実験 3]に関して，平衡状態における成分 E の物質量を有効数字 2 桁で答えよ。

問 6 下線部(b)について，温度 T_3 でも触媒を用いることでこの反応を進行させることができるかもしれない。図 1 中の a ， b ， c のうち，触媒を用いることで変えられるものを選べ。また，触媒を用いたとき，温度 T_3 における K の値はどのようなになるか，簡潔に答えよ。

問 7 この実験で設定した温度 T_1 ， T_2 ， T_4 について，温度の低いものから順に並べよ。また，そのように判断した根拠を簡潔に説明せよ。

- 5 次の表は高分子化合物についてまとめたものである。一部は空欄となっている。この表を見て、問 1 ～問 8 に答えよ。

高分子	高分子の構造式	原料(単量体)	重合の形式
ナイロン 6	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_5-\text{C}- \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	化合物 A	(ア) 重合
高分子 A	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}- \\ \\ \text{O}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	化合物 B	(イ) 重合
高分子 B	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	化合物 C	(ウ) 重合
ポリエチレン テレフタレート	構造式 A	化合物 D	(エ) 重合
		エチレングリコール	
ポリアセチレン	構造式 B	アセチレン	付加重合

問 1 化合物 A ～化合物 D の名称と構造式を記せ。

問 2 (ア) ～ (エ) に当てはまる適切な語句を答えよ。ただし、同じ語句が入ってもよい。

問 3 構造式 A および構造式 B を記せ。

問 4 ナイロン 6 のように多数の $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{C}-\text{N}- \\ || \\ \text{O} \end{array}$ で連なった高分子化合物の総称を

答えよ。この化合物は、一般に、耐摩耗性や弾性に優れた丈夫な繊維となることが知られている。このように高い強度が示される理由を 30 字以内で説明せよ。

問 5 平均分子量が 3.4×10^5 のナイロン 6 があるとする。その平均重合度を求めよ。

問 6 高分子 A を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解して得られる高分子の名称を答えよ。

問 7 問 6 で得られる高分子を高分子 C と呼ぶこととする。高分子 C をホルムアルデヒドと反応させアセタール化するとビニロンが得られる。今、55.0 g の高分子 C を 37 % ホルムアルデヒド水溶液で処理したところ、過不足なく反応し、高分子 C のヒドロキシ基の 32 % がアセタール化されたビニロンが得られた。このとき、何 mL の 37 % ホルムアルデヒド水溶液を用いたか。37 % ホルムアルデヒド水溶液の密度を 1.08 g/cm^3 として計算し、有効数字 2 桁で答えよ。

問 8 高分子 B は生ゴムの主成分である。これを、高い弾性のゴムとして加工するために必要な操作の名称を答えよ。