

平成31年度入学試験問題 (前期日程)

理 科
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	7 ページまで
化 学	8 ページから	11 ページまで
生 物	12 ページから	15 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
3. 解答時間は、100分である。

化 学

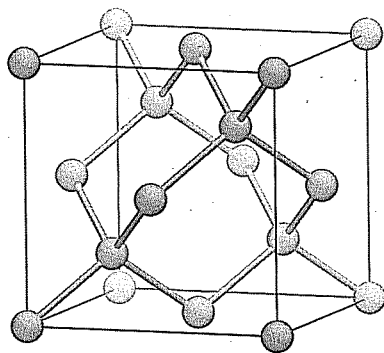
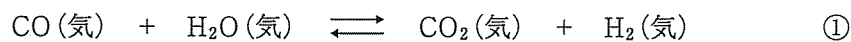
必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, S = 32.0

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

炭素には、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレンなど多くの 1 があり、それぞれの性質は大きく異なっている。例えば、
ダイヤモンドは、図Iのような単位格子をもつ結晶であり、きわめて硬い。一方、黒鉛は、網目状の平面構造をつくり、平面構造
^(a) どうしが 2 力で結びついているだけなので、薄くはがれやすい。また、ダイヤモンドは電気伝導性がないが、黒鉛には電
気伝導性がある。^(b)

炭素の化合物である一酸化炭素は、ギ酸に濃硫酸を加えて加熱すると得られる。また、密閉容器に一酸化炭素と水蒸気を入れて、
温度を一定に保つと、式①で表される 平衡状態に達する。^(c)
^(d)



図I ダイヤモンドの単位格子

問1 上の文章中の 1 および 2 に当てはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)について、以下の(ア)~(エ)の結晶の中から、単位格子に含まれるすべての原子やイオンを炭素原子に代えるとダイヤモンドと同様の結晶構造になるものを1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) Si (イ) SiO₂ (ウ) Al (エ) CsCl

問3 ダイヤモンドにおける炭素原子間の結合距離を r [cm]、アボガドロ定数を N [/mol] としたときに、ダイヤモンドの密度 [g/cm³] を次の例にならって r と N で表しなさい。

例) $\frac{2r}{3\sqrt{5}N^2}$

問4 下線部(b)について、黒鉛が電気伝導性を示す理由を70字以内で答えなさい。

問5 下線部(c)の反応について、化学反応式を書きなさい。

問6 下線部(d)について、平衡状態とは一般的にどのような状態か。50字以内で説明しなさい。

問7 式①の反応について、容積2.0 Lの密閉容器に一酸化炭素を0.40 mol、水蒸気を0.60 mol封入し、ある一定温度に保つと平衡状態になった。このときの平衡定数を1.0とすると、二酸化炭素が何mol生成しているか。有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(16点)

空気に触れている水酸化ナトリウムは二酸化炭素を吸収して、少量の炭酸ナトリウムを不純物として含む。炭酸ナトリウムを不純物として含む水酸化ナトリウムの固体を蒸留水に溶かした溶液 A を作り、その中に含まれる炭酸ナトリウムの濃度を決定するために、次の2つの実験を行った。ただし、以下の実験中に吸収される二酸化炭素は無視できるものとする。

実験1 溶液 A を を使って正確に X mL はかりとり、コニカルビーカーへ移した。これに指示薬としてメチルオレンジを数滴加え、 0.01 mol/L の塩酸で滴定した。溶液の色が変化したところまでの滴下量は Y mL であった。

実験2 溶液 A を を使って正確に X mL はかりとり、コニカルビーカーへ移した。これに十分な量の塩化バリウム水溶液を添加した。さらに指示薬としてフェノールフタレインを数滴加え、 0.01 mol/L の塩酸で滴定した。溶液の色が変化したところまでの滴下量は Z mL であった。

問1 に入る最もふさわしい実験器具名を答えなさい。

問2 下線部(a)について、水酸化ナトリウムと二酸化炭素が反応して炭酸ナトリウムを生成する化学反応式を書きなさい。

問3 下線部(b)について、塩化バリウム水溶液を添加すると白色沈殿を生じた。この化学反応式を書きなさい。

問4 下線部(c)について、このときの色の変化を次の例にならって答えなさい。

例) 無色 → 青色

問5 実験1で、メチルオレンジの代わりに使用できる指示薬として、最もふさわしいものを以下の(ア)~(オ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) チモールブルー (変色域 pH 1.2 ~ 2.8)
- (イ) ブロムフェノールブルー (変色域 pH 3.0 ~ 4.6)
- (ウ) ブロムチモールブルー (変色域 pH 6.0 ~ 7.6)
- (エ) チモールフタレイン (変色域 pH 9.3 ~ 10.6)
- (オ) アリザリンイエロー R (変色域 pH 10.1 ~ 12.0)

問6 溶液 A に含まれる水酸化ナトリウムの濃度 [mol/L] を以下の(ア)~(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

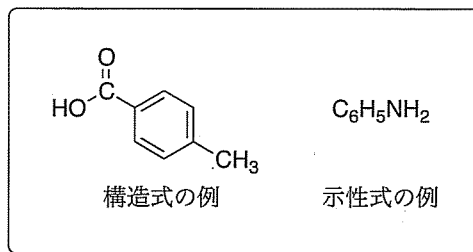
(ア) $\frac{0.02Y}{X}$ (イ) $\frac{0.02Z}{X}$ (ウ) $\frac{0.01Y}{X}$ (エ) $\frac{0.01Z}{X}$ (オ) $\frac{0.01Y}{2X}$ (カ) $\frac{0.01Z}{2X}$

問7 溶液 A に含まれる炭酸ナトリウムの濃度 [mol/L] を以下の(ア)~(カ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) $\frac{0.02(Y-Z)}{X}$ (イ) $\frac{0.02(Z-Y)}{X}$ (ウ) $\frac{0.01(Y-Z)}{X}$
(エ) $\frac{0.01(Z-Y)}{X}$ (オ) $\frac{0.01(Y-Z)}{2X}$ (カ) $\frac{0.01(Z-Y)}{2X}$

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。また、構造式や示性式を答えるときは、図Ⅱの記入例にならって書きなさい。

(17点)



図Ⅱ

フェノール類は、ヒドロキシ基を有するにもかかわらず、アルコールにはない性質を示す。例えば、フェノールは水溶液中でわずかに電離し、弱酸性を示すため、水酸化ナトリウム水溶液と反応してナトリウムフェノキシドを生成する。フェノールは、クメン法を用い工業的に合成されており、医薬品、染料、合成樹脂などの原料として広く用いられている。

問1 フェノール類に、ある金属塩水溶液を加えると青～赤紫色に呈色する。この金属塩として適切なものを、以下の(ア)～(オ)の中から一つ選び、記号で答えなさい。

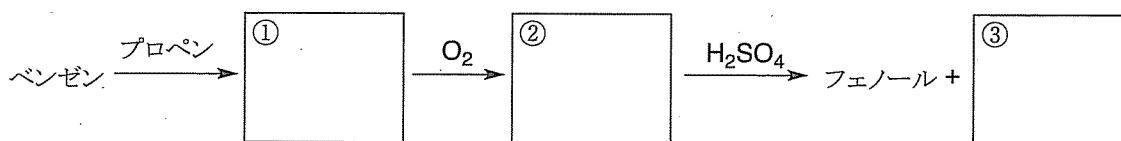
(ア) KCl (イ) CaCl₂ (ウ) MnCl₂ (エ) FeCl₃ (オ) ZnCl₂

問2 ナトリウムフェノキシド水溶液に、二酸化炭素を十分に通じると溶液が白濁した。これは、どのような反応が起こったためか、化学反応式を書きなさい。ただし、化学反応式中の有機化合物は、示性式で表しなさい。

問3 ナトリウムフェノキシドに高温・高圧のもとで二酸化炭素を反応させた後に、希硫酸を作用させると得られる化合物を構造式で書きなさい。

問4 問3で得られた化合物に、硫酸存在下で無水酢酸を作用させたところ、無色の結晶 X が得られた。どのような反応が起こったのか、化学反応式を書きなさい。ただし、化学反応式中の化合物は、構造式で表しなさい。また、問3で得られた化合物 55.2 g が過不足なく無水酢酸と反応した場合、理論的に X が何 g 生成するか。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。

問5 クメン法は、図Ⅲのような模式的な反応経路図で示される。図Ⅲの①～③にあてはまる化合物をそれぞれ構造式で書きなさい。



図Ⅲ クメン法

問6 フェノールとホルムアルデヒドを付加縮合させることでフェノール樹脂が得られるが、酸触媒を用いる場合と塩基触媒を用いる場合では、得られる中間生成物が異なる。中間生成物の名称をそれぞれ答えなさい。