

平成 21 年 度

問題冊子

教	科	科	目	ページ数
理	科	化	学	9

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙(両面)の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔V〕、〔VI〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔V〕、〔VI〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その3)の所定の枠内に記入しなさい。

注 意 事 項

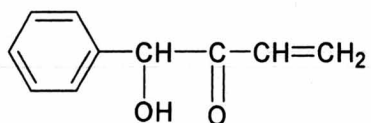
1. 試験開始の合図の後、解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には、いっさい応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

必要があれば、次の値を使うこと。

H 1.00 C 12.0 O 16.0

有機化合物の構造式は下記の例にならって示
しなさい。

(例)



〔 I 〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

何千年もの間人類は砂を有効利用してきた。ガラスは砂から作られる。レンズ、望遠鏡、眼鏡など、様々な有用な道具がガラスから作られた。地球の地殻の構成元素として2番目に多いのが、ガラスの中に含まれているシリコン(ケイ素)である。シリコンの単体は天然には存在しないため、電気炉で二酸化ケイ素をコークス(炭素)で還元して作る。反応で得られるシリコンは、まだ不純物を含んでいるため、半導体の材料などに用いられる超高純度シリコンを作るためには未精製のシリコンを、十分量の Cl_2 と反応させて SiCl_4 にして精製する。

二酸化ケイ素はフッ化水素酸と反応する。また、二酸化ケイ素は水酸化ナトリウムと反応してケイ酸塩になる。できたケイ酸塩に水を加えて加熱すると粘性の大きな液体になる。この粘性の大きな液体を水ガラスといい、強酸を加えると化合物 A が得られる。A をさらに乾燥して脱水するとシリカゲルと呼ばれるものができる。

問 1 下線部(ア)～(ウ)の反応の化学反応式を書きなさい。

問 2 SiCl_4 の分子構造を解答用紙の例にならって書き、その分子は極性分子か無極性分子か答えなさい。また、そのように考えた理由について簡単に説明しなさい。

問 3 化合物 A を作る際に使用することができる酸の化学式を1つ書きなさい。また、この反応の化学反応式を書きなさい。

問 4 シリカゲルは、乾燥剤等によく使用される。シリカゲルのどのような性質を利用して乾燥剤に用いるのか。簡単に説明しなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

内容積 16.6 l の容器内に、 27°C で $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ のプロパンと酸素の混合気体が封入されている。容器内のプロパンをすべて完全燃焼させた後、残った気体の温度を 27°C まで徐々に下げたところ、圧力が $1.46 \times 10^4 \text{ Pa}$ を示し、容器内に水滴が生じた。 27°C の水の飽和水蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。また、容器内にはあらかじめプロパンの完全燃焼に必要な酸素が入っており、生成した水滴の体積は無視できるものとする。

問 1 プロパンの完全燃焼を化学反応式で示しなさい。

問 2 燃焼前のプロパンと酸素の分圧を、それぞれ $x \text{ Pa}$ 、 $y \text{ Pa}$ としたとき、燃焼後の容器内の圧力を x と y を含む数式で表しなさい。

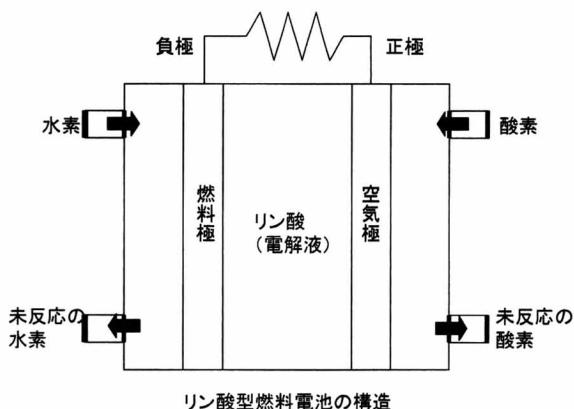
問 3 燃焼前のプロパンと酸素の分圧をそれぞれ求めなさい。

問 4 燃焼したプロパンの物質量を求めなさい。

問 5 燃焼後、水蒸気として存在する水の物質量を求めなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、気体1 molの体積は、標準状態で 22.4 l とする。

酸化還元反応に伴って放出されるエネルギーを電気エネルギーとして効率よく取り出す装置を電池という。また、^(ア)燃料電池は、外部より燃料(還元剤)と酸素または空気(酸化剤)を連続的に供給し、燃料の燃焼により放出される



リン酸型燃料電池の構造

エネルギーを電気エネルギーとして取り出す装置である。上図はリン酸を電解液に用いた水素—酸素燃料電池の構造を示している。この燃料電池では白金触媒を含有し、気体がよく通る2枚の多孔質の電極に仕切られた容器に、リン酸が入っている。負極の燃料極には純度の高い水素が、正極の空気極には純度の高い酸素がそれぞれ一定量供給されている。2つの電極を導線でつないだ場合、外部から供給された水素は、燃料極側で白金触媒によって酸化反応が起こり、生成する水素イオンはリン酸電解質を^(イ)通って空気極に到達する。空気極では酸素の還元反応^(ウ)が起こり、水が生成する。

実際に燃料電池を動かしてみたところ、標準状態で1秒間あたりに 11.2 ml の水素が消費され、 83 W の出力が得られた。

問 1 下線部(ア)について、両極にそれぞれ異なる 2 種の金属を用いて電池をつくる場合、電池の起電力と電極に用いる金属のイオン化傾向との関係を簡単に説明しなさい。

問 2 下線部(イ)、(ウ)の反応を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で示しなさい。

問 3 燃料電池が 1 秒間に発電する電気量は何 C か。

問 4 燃料電池から供給された電気エネルギーは、水素の燃焼反応における発熱量の何 % か。ただし、水素の燃焼熱は 286 kJ/mol とする。

〔Ⅳ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

ある芳香族化合物 A (分子量 138) について次の実験を行った。

実験 1. 乾いた試験管に 1.38 g の芳香族化合物 A と無水酢酸 2.0 ml を入れ、さらに濃硫酸を 5 滴加え、60 °C の温水に浸し、10 分間反応させた。その後、水 10 ml をかき混ぜながら、少しずつ加え、さらに氷水で十分に冷却すると、白色結晶 B が析出した。この結晶を吸引ろ過し、乾燥した。

実験 2. 試験管にそれぞれ A, B をごく少量とり、水を加えてよく振り、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、A は赤紫に呈色したが、B は呈色しなかった。

実験 3. 試験管にそれぞれ A, B をごく少量とり、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、A, B とも溶解した。

問 1 実験 2 より、A, B の構造に関してそれぞれどんなことが分かるか書きなさい。

問 2 実験 3 より、A, B の構造に関してそれぞれどんなことが分かるか書きなさい。

問 3 実験 1 の合成反応を化学反応式で書きなさい。なお、異性体が存在する場合は、そのうちの 1 つを書きなさい。

問 4 実験 1 のろ液には理論上何 mol の酢酸が生成するか。ただし、無水酢酸の密度は、 1.09 g/cm^3 である。

問 5 実験 3 の炭酸水素ナトリウムと A の反応を化学反応式で書きなさい。なお、異性体が存在する場合は、そのうちの 1 つを書きなさい。

〔V〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

合成樹脂とは石油などを原料とした高分子化合物である。合成繊維のように長い鎖状の高分子からなる合成樹脂は、加熱すると流動化し、冷却すると再び硬くなる。このような樹脂を熱可塑性樹脂といい、成形加工しやすいので広く用いられている。これに対して、加熱しても流動化せず、高い温度に加熱すると分解してしまう樹脂を熱硬化性樹脂という。

問 1 ポリエチレンは、熱可塑性樹脂である。重合度を n としてポリエチレンの構造式を示しなさい。

問 2 次のア～オのうち、熱硬化性樹脂はどれか。あてはまるものの記号を全て答えなさい。

ア. 尿素樹脂

イ. フェノール樹脂

ウ. ポリエチレンテレフタレート

エ. メタクリル樹脂

オ. メラミン樹脂

問 3 熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂では、加熱による性質が異なるのはなぜか。両者の分子構造の違いから説明しなさい。

〔VI〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

タンパク質は、多数のアミノ酸が脱水縮合したポリペプチド鎖からなる。生体内のいろいろな化学反応を触媒するタンパク質を酵素という。油脂を脂肪酸とグリセリンに加水分解する酵素は（ア）であり、タンパク質をペプチドに加水分解する酵素は（イ）である。アミラーゼという酵素は、アミロースを加水分解する。

問 1 2つのアラニン分子が脱水縮合して生成するジペプチドの化学構造式を示しなさい。

問 2 （ア）と（イ）には酵素の名称が入る。それぞれの名称を答えなさい。

問 3 セルロースは、アミロースと同じくグルコースからなる多糖類であるが、アミラーゼは、セルロースを加水分解することはできない。このことを、以下のカッコ内の語句を使用して説明しなさい。

（ α -グルコース、 β -グルコース、分子構造、基質特異性）