

科 目

化 学

8月3日(水) 16:20~17:20

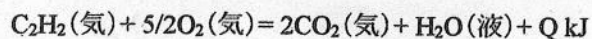
注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この綴を開いてはいけません。
2. 問題紙等の枚数は、表紙を含めて7枚〔そのうち問題紙は2枚、解答用紙は2枚、草稿用紙2枚〕です。
3. 解答にかかる前に、この綴左上のホッチキス針を丁寧にはずし、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
4. 解答は、必ず所定の解答用紙の所定の欄に記入してください。裏面に記入してはいけません。
5. 落丁、乱丁、印刷上不鮮明な箇所などがあったら、ただちに申し出てください。
6. 草稿用紙のほか、この綴の解答用紙以外の余白は、草稿用に使用しても構いません。
7. 試験終了時刻までは退室してはいけません。
8. 問題紙、解答用紙、綴表紙及び草稿用紙は持ち帰ってはいけません。

科目名 化 学

1. 炭素-炭素三重結合を持つ分子である ア のなかで最も単純な構造を持つものがエチン C_2H_2 であり、慣用名で イ とよばれる。sp 混成の炭素ふたつから成るエチンは、結合角 $\angle C-C-H$ が ウ° の分子である。また、炭素-炭素結合の長さは 121 pm (1.21 Å) であり、エテン C_2H_4 やエタン C_2H_6 の炭素-炭素結合よりも エ。エチンは古くは石炭を原料に①カルシウムカーバイド CaC_2 から合成され、現在も重要な工業原料として使われている。例えば、②エチンを水和するとアセトアルデヒドが、エチンに酢酸を付加させると酢酸ビニルが得られる。また、エチンを単独付加重合して得られる オ は、ヨウ素などの電子受容体をドーピングすると高い カ を示す。一方、エチンは高い燃焼熱をもち火炎温度が 3,300°C に達するため、溶接用の燃焼ガスとして用いられている。

- (1) 空欄ア～カに適切な語句を入れよ。
- (2) 下線①の化学反応式を記せ。
- (3) 下線②の化学反応式を記せ。また、アセトアルデヒドの構造異性体の構造式を記せ。
- (4) 酢酸ビニルの構造式を記せ。また、酢酸ビニルを原料として合成された、日本最初の合成高分子の名称を記せ。
- (5) エチンの完全燃焼反応は次の熱化学方程式で表せる。



$C_2H_2(\text{気})$ 、 $CO_2(\text{気})$ および $H_2O(\text{液})$ の生成熱がそれぞれ -228 kJ/mol 、 394 kJ/mol および 286 kJ/mol であるとき、エチンの燃焼熱 Q の値を求めよ。また、導出過程も示せ。

2. 硫黄 S は火山地帯から多く産出されるほか、重油の脱硫プロセスからも得られる。単体は多くの同素体を持ち、例えば ア、イ、ウ が知られている。また硫黄は高温で高い反応性を示し、容易に多くの元素との化合物を与える。硫化水素 H_2S や二酸化硫黄 SO_2 は、火山ガスや温泉に豊富に含まれ、これらの水溶液は エ 性を示す。①硫酸 H_2SO_4 は、単体硫黄を原料にして酸化バナジウム V_2O_5 が主成分の触媒を使った反応を経る 3 段階の化学反応により工業的に生産される。

- (1) 空欄ア～エに適切な語句を入れよ。
- (2) H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_4 中の硫黄の酸化度を答えよ。
- (3) H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_4 から酸化力を持つものを全て選べ。
- (4) 下線①の方法の名称を答えよ。また、3 段階の反応をそれぞれ化学反応式で示せ。

科目名 化学

3. 一般的にタンパク質はおよそ 20 種類のアミノ酸によって構成されている。タンパク質は、1 つのアミノ酸の ア 性を示すアミノ基と、もう 1 つのアミノ酸の イ 性を示すカルボキシ基が、連続して ウ 結合した生体高分子である。タンパク質を検出する方法はいくつか知られているが、エ 反応は、タンパク質分子内の複数の ウ 結合が銅(II)イオンと錯体を形成することによって起こる呈色反応である。タンパク質を加水分解して得られるアミノ酸の中で、最も簡単な化学構造を持つグリシンは、オ 炭素を持たないので カ 異性体が存在しない。また、①アミノ酸の水溶液の pH を適切に調節すると、正と負の電荷が等しくなり、全体としての電荷はゼロとなる。この pH を キ とよぶ。

日常生活に欠かせない繊維や樹脂の多くは合成高分子化合物からなっている。合成高分子の中でも加熱により柔らかくなる樹脂を ク 樹脂とよび、加熱によって固くなる樹脂は ケ 樹脂とよぶ。ナイロン 66 は絹をモデルとして開発された合成高分子としてよく知られている。ナイロン 66 はヘキサメチレンジアミンとアジピン酸を コ 重合することにより得られる。またペットボトルの材料として利用されているポリエチレンテレフタレートは、②テレフタル酸とエチレングリコールがエステル結合で重合したものである。

(1) 文中のア～コにあてはまる適切な語句を記せ。

(2) 溶液中でアラニンは図 1 のように、2 つの電離平衡が成り立っている。B と C にあてはまる構造式を示せ。

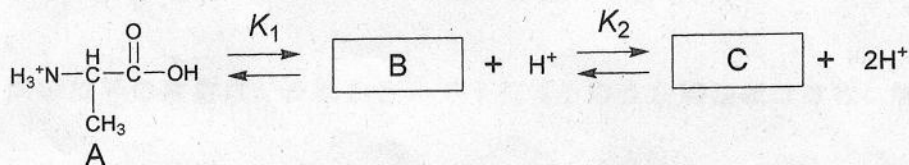


図 1 アラニンの電離平衡

(3) アラニンの下線①の状態における pH を求めよ。導出過程も示せ。

ただし、 $K_1 = 1.0 \times 10^{-2.4} \text{ mol/L}$, $K_2 = 1.0 \times 10^{-9.6} \text{ mol/L}$ とする。

(4) 図 1 において、pH = 7.0 のアラニンの水溶液中に存在する 3 種の分子の濃度比 $[\text{A}] : [\text{B}] : [\text{C}]$ を求めよ。最も濃度の低い分子の濃度を 1 として示せ。

ただし、 $1.0 \times 10^{-2.4} \approx 4.0 \times 10^{-3}$, $1.0 \times 10^{-9.6} \approx 2.5 \times 10^{-10}$ と近似してよい。

(5) アラニンの 0.10 mol/L の水溶液 (10 mL) に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウムを徐々に加える実験を行った。キ、および $\text{p}K_1$, $\text{p}K_2$ 付近の pH 変化に注意し、縦軸を pH、横軸を加えた水酸化ナトリウム水溶液の量として pH 変化のグラフを掛け。

(6) 下線②に関してポリエチレンテレフタレートを合成する化学反応式を書け。また、エステル結合の部分を破線で囲んでわかりやすく示せ。

(7) 1.0 kg のポリエチレンテレフタレートを合成するために必要なテレフタル酸の物質量は何 mol か。有効数字二桁で答えよ。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$ とする。