

[I] 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、気体は理想気体とし、気体定数を $R(\text{atm} \cdot \ell / \text{K} \cdot \text{mol})$ で表す。有効数字は3桁とする。

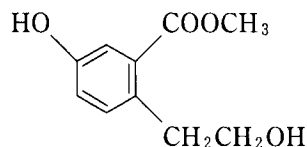
窒素原子は 殻に価電子を 個持つ。このうちの 個は不対電子であり、他の原子との 結合の形成に関与する。工業的には 法と呼ばれる方法で、アンモニアは窒素と水素から合成される。アンモニア分子では、電子対は が大きい 原子側に引き寄せられている。このため水素原子はいくらか の電気をおび、窒素原子はいくらか の電気をおびている。このような 結合において電荷に偏りがあることを があるという。また、アンモニアはフッ化水素や水と同様、分子間に 結合を形成する。この結合は生体高分子の構造維持に不可欠であり、 の α -ヘリックス構造は特定の官能基間の 結合によって安定に保たれている。

問 1 文中の ~ に適する語句や数値を入れよ。

問 2 下線部について以下の小問に答えよ。

- 1) この反応を化学反応式で記せ。
- 2) 窒素 $a(\text{mol})$ と水素 $2a(\text{mol})$ を体積 $V(\ell)$ 、一定温度 $T(\text{K})$ の条件の下で反応させたところ、 $0.5a(\text{mol})$ のアンモニアが生成し、平衡となった。その際の水素分圧 $P_{\text{H}_2}(\text{atm})$ を a 、 T 、 V 、 R を用いて記せ。
- 3) この場合の平衡定数を求めよ。ただし、単位も記せ。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、構造式は以下の例のように示せ。



化合物A (分子式： $C_9H_9NO_5$) を加水分解すると、ア 結合が開裂して化合物B (分子式： C_2H_6O) と化合物C (分子式： $C_7H_5NO_5$) が得られた。化合物Bに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物Dが生成した。

化合物Dは、ヨードホルム反応で黄色の CHI_3 を析出する。

化合物Cはフェノールの誘導体で、置換基が水酸基のオルト位およびパラ位についている。この化合物Cをスズと濃塩酸で還元すると、パラ位の置換基が還元された化合物Eが得られた。化合物Eを無水酢酸と反応させると、アセチル基が2個ついた化合物Fが得られた。また、化合物Eの塩酸塩の溶液に、冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、化合物Gが生成し、化合物Gとフェノールとの反応により イ 化合物Hが生成した。

問1 ア , イ に適当な語句を入れよ。

問2 化合物A, E, F, G, Hの構造式を記せ。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

試薬棚に5種類の無機化合物A、B、C、DおよびEの薄い水溶液が入っている試薬びんが並んでいる。A～Eの無機化合物は、塩化亜鉛(Ⅱ)、塩化カルシウム、硝酸カリウム、硝酸銀(Ⅰ)、硝酸鉛(Ⅱ)、硫酸アルミニウム(Ⅲ)、硫酸鉄(Ⅱ)、硫酸銅(Ⅱ)のいずれかであることがわかっている。A～Eがどの化合物の水溶液かを推定するために実験を行い、下記に示す(a)～(f)の結果を得た。

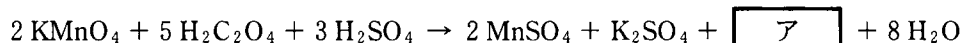
- (a) AおよびCの溶液を試験管にとり、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、いずれも沈殿が生成した。さらに多量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、Aの沈殿は溶けたが、Cの沈殿は溶けなかった。また、Cの沈殿は、時間の経過とともに変色した。⁽ⁱ⁾
- (b) AおよびDの溶液を試験管にとり、少量のアンモニア水を加えたところ、いずれも沈殿が生成した。さらに多量のアンモニア水を加えたところ、Aの沈殿は溶けなかったが、Dの沈殿は溶けた。⁽ⁱⁱ⁾
- (c) Bの溶液を試験管にとり、炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、沈殿が生成した。ろ別した沈殿に塩酸を加えたところ、沈殿は溶けた。⁽ⁱⁱⁱ⁾
- (d) Cの溶液を試験管にとり、希硫酸および過酸化水素水を加えたところ、溶液の色が変化した。^(iv)
- (e) それぞれの溶液を試験管にとり、クロム酸カリウム水溶液を加えたところ、いずれの溶液にも沈殿は生成しなかった。また、それぞれの溶液に、塩化バリウム水溶液を加えたところ、A、CおよびEに沈殿が生成した。
- (f) それぞれの溶液について炎色反応を調べたところ、BおよびEは特有の色を示した。

問 1 A, B, C, D および E の水溶液は, 上記の無機化合物のうち, どれに該当するか。該当するものを選び, その化学式を記せ。ただし, 結晶水は記さなくてよい。

問 2 下線部(i)~(iv)の反応をイオン反応式で記せ。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。計算結果は有効数字 2 桁で示せ。

酸化還元反応により $0.10(\text{mol}/\ell)$ シュウ酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 水溶液を用いて、過マンガン酸カリウム (KMnO_4) 水溶液の濃度決定を滴定法により行った。反応式は次のとおりである。



$0.10(\text{mol}/\ell)$ シュウ酸水溶液 10 ml を $\boxed{\text{イ}}$ を用いて、ビーカーに取り、これに $3.0(\text{mol}/\ell)$ H_2SO_4 を 15 ml 加え、さらに蒸留水を加えて全量を約 50 ml とした。この溶液を約 60°C に加熱し、 $\boxed{\text{ウ}}$ から過マンガン酸カリウム水溶液をガラス棒でよくかき混ぜながら滴下した。過マンガン酸カリウム水溶液は $\boxed{\text{エ}}$ 色であり、最初は液を混合することで無色になるが、次第に色が消えにくくなり、最終的に色が消えなくなった点を終点とする。目盛りから滴下量は 8.0 ml であった。

問 1 $\boxed{\text{ア}}$ を埋めて反応式を完成せよ。 $\boxed{\text{イ}}$ および $\boxed{\text{ウ}}$ には適切な実験器具名を、 $\boxed{\text{エ}}$ には水溶液の色を記せ。

問 2 器具 $\boxed{\text{イ}}$ が蒸留水でぬれている場合、乾燥するのを待たずに実験を早く進めたい時は、どのようにしてから使用すればよいのか、その方法および理由を記せ。

問 3 0.10(mol/l)シュウ酸水溶液 100 ml を調製する場合の秤量するシュウ酸のグラム数を求めよ。

問 4 反応の前後におけるマンガンの酸化数はそれぞれいくらか。

問 5 滴定結果から過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を求めよ。なお、計算過程も記せ。

[V] 次の文を読み、以下の問いに答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。計算結果は有効数字 2 桁で示せ。

デンプンは植物体内で 2 種類の成分、 とよばれる内部の部分と とよばれる外皮部分から形成されている。 はふつうのデンプン中に 20~25% 含まれ、単糖である が直鎖状に縮合した構造をしている。

はふつうのデンプン中に 75~80% 含まれ、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液により 色を呈する。

デンプンが食物として摂取されると、酵素 の働きでマルトースを生じ、さらに酵素 の働きで に分解されて小腸より吸収される。吸収された の一部は、肝臓に動物デンプンとよばれる多糖である として貯蔵される。

また、酵素群チマーゼは からエタノールを生成させることができる。この変化を という。

問 1 ~ に適する語句を入れよ。

問 2 の水溶液にフェーリング液を加えて加熱すると、沈殿が生じる。沈殿の名称と化学式を記せ。

問 3 マルトースの構造を六角形の環状構造(六員環式構造)で記せ。

問 4 酵素 はラクトースやスクロースには作用しない。このような酵素の選択性を何というか。

問 5 エタノール濃度(質量パーセント濃度)15% の酒を 1.8 kg つくるには単糖 が何 g 必要か。ただし、 のすべてが利用されてエタノールに変化するものとする。