

令和5年度（2023年度）
理工学部第3年次編入学（一般・推薦）試験

共創理工学科応用化学コース

解答時間 90分（9:30～11:00）

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. 受験番号を解答用紙の所定の欄に記入してください。
3. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
4. 問題はⅠからⅤまであります。
5. 試験時間中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁及び汚損等がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。

[問題 I] 次の化学の基本概念の関する英文を読み、以下の問いに答えなさい。

著作権の関係上、HPでは公表しておりません。

問1 全文を和訳しなさい。

問2 下線部の「Le Chatelier's principle」に関して、「Buffer solutions」以外の例を、その内容を含め、100文字以内（句読点を含む）で述べなさい。

[問題 II]

ヘリウム 1.00 mol を 1.50 dm³ の容器に入れて温度を 300 K に保った。ただしヘリウムは理想気体とし、有効数字は 3 桁としなさい。なお必要なら以下の数値を使いなさい。

気体定数 $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$, $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.099$, $\ln 5 = 1.609$

問 1 容器内の圧力はいくらか, Pa 単位で求めなさい。

問 2 温度を 300 K に保ったまま, 容器の体積を可逆的に 3.00 dm³ に膨張させた。このときの気体のした仕事はいくらか, 単位とともに答えなさい。

問 3 同様に温度を 300 K に保ったまま, 容器の体積を可逆的に 3.00 dm³ に膨張させた。系に出入りした熱量はいくらか, 単位とともに答えなさい。

[問題 III] 硫黄Sについて、以下に答えなさい。

問1 ${}_{16}\text{S}$ の電子配置，ルイス構造，価電子の数を書きなさい。

問2 硫黄の水素化物である硫化水素 (H_2S) のルイス構造を書きなさい。

問3 H_2S 分子中のS原子はどのような混成軌道を作っているか，答えなさい。

問4 H_2S 分子はどのような形をしていると考えられるか，理由とともに答えなさい。

問5 硫黄の酸化物である二酸化硫黄 (SO_2) は硫黄原子に2つの酸素原子が結合していて，2つの硫黄—酸素結合の長さは同じである。この理由を SO_2 のルイス構造を書いて説明しなさい。

[問題 IV] 以下の問いに答えなさい。

- 問1 分子式 $C_4H_8O_2$ をもつエステルAを加水分解して得られるカルボン酸は、アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて、穏やかに加熱すると銀が析出した。また、Aを加水分解して得られるアルコールを酸化すると、ケトンBが得られた。AとBの構造式を答えなさい。
- 問2 アセチレンに水を付加させて生成した化合物Cを酸化すると化合物Dが得られた。また、化合物Cは還元すると化合物Eを生じ、化合物Dと化合物Eを少量の濃硫酸を加えて加熱すると、芳香をもつ化合物Fを得られた。C～Fの構造式を答えなさい。
- 問3 分子式 C_9H_{12} をもつ芳香族化合物G, Hがある。Gはフェノールを工業的に合成するときの中間物質である。Hを過マンガン酸カリウムで酸化して得られる化合物Iは、ペットボトルやポリエステル繊維の原料に用いられる。G, H, Iの構造式を答えなさい。またIの名称を答えなさい。

[問題 V]

いろいろな溶液の酸やアルカリの濃度を調べるためには、中和滴定の実験が簡便である。食酢の中の酢酸を滴定するために、濃度が既知の水酸化ナトリウム水溶液を用いて、以下の操作手順で実験を進め、下記の実験結果を得た。各問に答えなさい。

操作手順：滴定による酢酸水溶液の濃度決定

- ・使用する器具：ホールピペット，メスフラスコ，コニカルビーカー，ガラス器具（ア）。これらの洗浄は決められた方法で十分に行った。
- ・ホールピペットとメスフラスコを使い食酢を正確に 10 倍に希釈し，さらに別のホールピペットで，その希釈した酢酸水溶液(1) 10 mL をコニカルビーカーに入れた。
- ・0.2mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をガラス器具（ア）に入れた。
- ・反応の終点はつぎの(a)と(b)の方法で決定した。
(a)指示薬の色の変化。 (b)pH メーターを使用した pH の直接測定。

室温（20℃）の条件下で行い，ガラス器具（ア）から滴下する水溶液の量は毎秒同じとする。また，食酢には酢酸しか溶けていないと仮定する。

実験結果：中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の量

指示薬の色の変化による方法で決定した反応の終点（中和点）までに滴下した水酸化ナトリウム水溶液の量は，5.0mL であった。

問1 滴定の操作において，ガラス器具（ア）は滴下した水酸化ナトリウム水溶液の量を正確に測定するのに用いるが，その名称を述べ，イラストを書きなさい。

問2 滴定の操作において使用するガラス器具の中で，(i)純水の洗浄で十分，(ii)純水

で洗浄後，使用する水溶液で2，3回洗う，の2種類の洗い方があるが，ホールピペット，コニカルビーカー，ガラス器具（ア）の3つのガラス器具の洗浄方法を(i)と(ii)に分けなさい。

問3 滴定の操作において，ガラス器具（ア）の洗浄方法を間違えた場合には，食酢中の酢酸の濃度を計算する時に，計算結果は真の値より，高くなるか，または低くなるか，理由と共に述べなさい。

問4 下線部(1)の水溶液のpHを，小数第1位まで求めなさい。

酢酸の電離定数を $2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ ， $\sqrt{2.7} = 1.6$ ， $\log_{10} 1.6 = 0.20$ とする。

問5 滴定の操作において，pHメーターの値はどのように変化するか，解答用紙のグラフに実線（——）で書きなさい。解答用紙の図には，塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の滴定曲線を一点鎖線（- · -）で示しているのので，参考にする事。

問6 緩衝液の定義を述べ，その現象がこの中和滴定において観測されるが，どのような時か，具体的に100字以内（句読点を含む）で述べ，問5の図中に○印を書き込みなさい。