

令和5年度（2023年度）特別選抜

学力試験問題

理科・化学

理工学部

解答時間 60分

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. 問題は1から4まであります。
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. 受験番号を解答用紙の所定の欄に記入してください。
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。

1 以下の各問いに答えなさい。

問1. 次のうち、単体をすべて選んで記号で答えなさい。

(ア) 二酸化炭素 (イ) 水 (ウ) 鉄 (エ) オゾン (オ) 塩化ナトリウム

問2. 次のうち、無極性分子をすべて選んで記号で答えなさい。

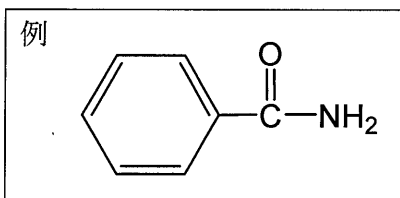
(ア) 二酸化炭素 (イ) 二酸化硫黄 (ウ) アンモニア (エ) メタン (オ) オゾン

問3. 次のうち、窒素原子を含むものをすべて選んで記号で答えなさい。

(ア) ポリエチレンテレフタレート (イ) ナイロン66 (ウ) ポリスチレン
(エ) ポリアクリロニトリル (オ) ポリ酢酸ビニル

問4. X, Yの2種類の元素からなるイオン性化合物がある。この化合物の中で、Xはアルゴンと同じ数の電子を持っていて、Yはネオンと同じ数の電子を持っている。このような化合物の組成式を4つ書きなさい。

問5. 例にならって、トルエンの水素原子1個を塩素原子で置換した化合物の構造式をすべて書きなさい。



2 図1は、1 mol のヘリウム、二酸化炭素、メタンの $\frac{PV}{RT}$ の値が、27°Cにおいて、圧力 P が大きくなるとともに、どのように変化するかを表したものである。ここで V は気体の体積、 R は気体定数を表す。以下の問いに答えなさい。

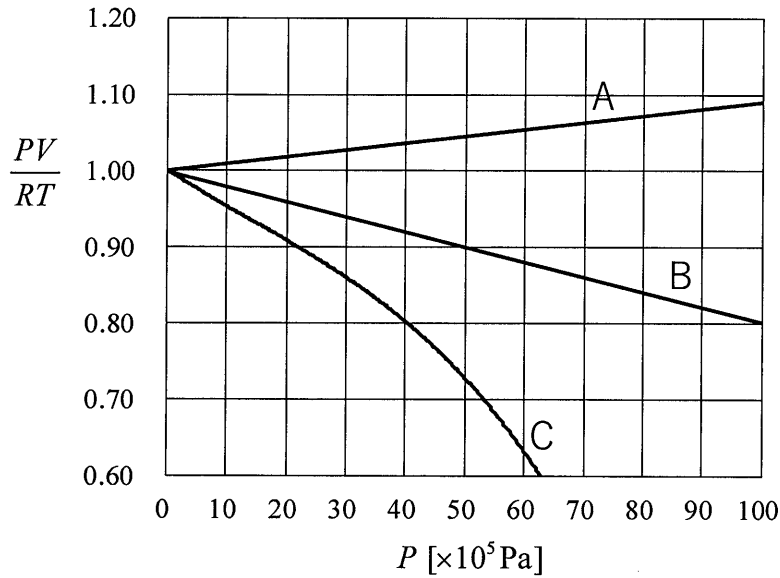


図1. 圧力変化に伴う $\frac{PV}{RT}$ 値の変化

問1. 最も理想気体に近い挙動を示すものはどれか、A～Cの記号で答えなさい。

問2. 5.0×10^6 Paにおいて1 molの体積が最も小さいものはどれか、A～Cの記号で答えなさい。

問3. Aは、図1の圧力範囲内で、 $\frac{PV}{RT}$ の値が1よりも大きく、圧力が高くなるにつれてその値は増加している。理由を説明しなさい。

問4. A～Cはそれぞれヘリウム、二酸化炭素、メタンのうちいずれのものか答えなさい。

3 金属A～Dは、銀、銅、鉛、亜鉛、鉄のいずれかであることが分かっている。実験1～4を行い、それぞれ以下のような結果を得た。あとの問いに答えなさい。

[実験1]

(a)金属Aに希硫酸を加えると、無色の気体が発生して溶解し、淡緑色の溶液になった。この溶液を少量とり、ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色の沈殿が生成した。

[実験2]

(b)金属Bに濃硝酸を加えると、褐色の気体が発生して溶解した。この溶液に少量のアンモニア水を加えると、(c)褐色の沈殿が生成し、さらにアンモニア水を加えると、(d)沈殿は溶けて無色透明の溶液になった。

[実験3]

金属Cに濃硝酸を加えると、褐色の気体が発生して溶解した。この溶液に水を加えると、青色になった。この溶液にアンモニア水を加えると、(e)青白色の沈殿が生成し、さらにアンモニア水を加えると、(f)沈殿は溶けて濃青色の溶液になった。

[実験4]

金属Dに希塩酸や希硫酸を加えてもほとんど溶解しなかったが、希硝酸には溶解して無色透明の溶液になった。この溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えると、(g)白色沈殿が生成し、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、(h)沈殿は溶けて無色透明の溶液になった。

問1. 金属A～Dに当てはまるものを元素記号で答えなさい。

問2. 下線部(a), (b), (d), (f), (h)を化学反応式で書きなさい。

問3. 下線部(c), (e), (g)の沈殿を化学式で書きなさい。

4 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

溶液中の酸やアルカリの濃度を決定するには、中和滴定が便利である。酸を滴定するには水酸化ナトリウム標準水溶液を、アルカリを滴定するには塩酸標準溶液を用いることができる。しかしそれらの標準溶液を直接調製するのは困難であるので、まずは、それらの水溶液の濃度を正確に滴定で決定する必要がある。この実験は以下の手順で行う。

(操作1) シュウ酸標準溶液の調製

- ・使用する器具：天秤，100 mL のメスフラスコ
- ・シュウ酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 315mg を天秤で正確にはかり，100 mL の水溶液にする。

(操作2) 滴定による水酸化ナトリウム水溶液の濃度決定

- ・使用する器具：ビュレット，コニカルビーカー，ホールピペット
- ・ホールピペットを使い，シュウ酸標準溶液 10 mL をコニカルビーカーに入れる。
- ・水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れる。
- ・滴定する。終点は指示薬の色の変化で決定する。

(操作3) 滴定による塩酸の濃度決定

- ・使用する器具：ビュレット，コニカルビーカー，ホールピペット
- ・ホールピペットを使い，塩酸 10 mL をコニカルビーカーに入れる。
- ・水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れる。
- ・滴定する。終点は指示薬の色の変化で決定する。

問1. シュウ酸のように天秤でその質量を秤する方法では，水酸化ナトリウムの場合，正確な濃度の水溶液を調製できない。その理由を述べなさい。

問2. 操作2において，終点までに滴下した水酸化ナトリウム水溶液の量は，10 mL であった。水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めなさい。ただし，シュウ酸の分子量は126とし，有効数字2桁で書きなさい。

問3. 操作3において，終点までに滴下した水酸化ナトリウム水溶液の量は，20 mL であった。塩酸の濃度を求めなさい。ただし，有効数字2桁で書きなさい。

問4. 滴定で1度使用したガラス器具を洗浄して再度使いたい。その場合，ガラス器具の洗い方として，(1)純水での洗浄のみ，(2)純水で洗浄後，使用する水溶液で数回洗う，の2種類がある。ビュレット，コニカルビーカー，ホールピペットの三つのガラス器具の洗浄方法を(1)と(2)に分け，番号で答えなさい。

問5. 操作3において，ホールピペットの洗浄方法を間違えた場合には，実験で求めた塩酸の濃度は真の値と異なるが，その理由を述べなさい。

問6. 指示薬にフェノールフタレイン溶液を用いた場合，操作2と操作3ともに，同じ色変化を示すが，どのような色変化を示すか，述べなさい。