

後期日程

平成30年度入学試験問題（後期日程）

化 学

（理 工 学 部）

—— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で9ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は①から④まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H 1.0

C 12

N 14

O 16

Na 23

Cl 35.5

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

1 気体に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

私たちが通常取り扱う実在気体では、圧力を p 、体積を V 、物質量を n 、気体定数を R 、温度を T とする理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ が必ずしも成立しない。理想気体は、 ア が無く、 イ がはたらかないと考えた仮想的な気体である。実在気体と理想気体の違いを考えるために、理想気体からのずれを表す圧縮因子 Z を $Z = \frac{pV}{nRT}$ と定義する。図 1 は 273 K におけるいくつかの気体に対する圧力 p と Z の関係を表し、図 2 は 1×10^5 Pa におけるいくつかの気体に対する温度 T と Z の関係を表している。

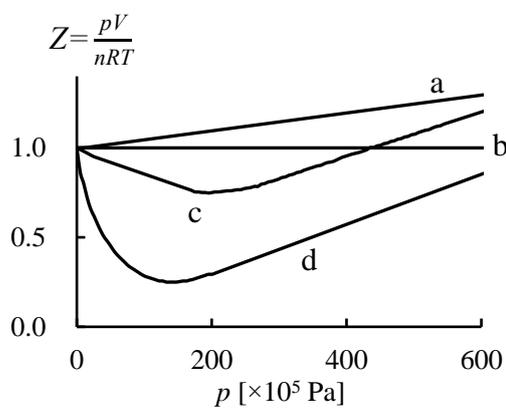


図 1 圧力 p と Z の関係

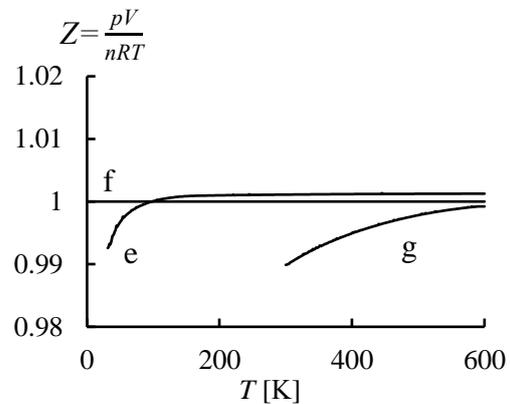


図 2 温度 T と Z の関係

- (1) ア , イ に最も適切な語句を入れなさい。
- (2) 圧縮因子 Z が圧力 p によって、増大する理由と減少する理由を記しなさい。
- (3) 図 1 は、理想気体、水素、メタン、二酸化炭素について示したものである。それぞれ、a ~ d のどれに対応するか理由とともに答えなさい。
- (4) 図 2 は、理想気体、水素、二酸化炭素について示したものである。それぞれ、e ~ g のどれに対応するか理由とともに答えなさい。

- (5) 標準状態の実在の水素を理想気体として取り扱うことができるかどうか、
図 1 及び図 2 を用いて理由とともに答えなさい。

2

金属やセラミックスに関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

金属やセラミックスは私たちの生活のいろいろなところで利用されている。たとえば、鉄は資源が豊富で安価であり強度も高いために、建築材料などに利用されている。金属の鉄は溶鉱炉で、①赤鉄鉱や磁鉄鉱をコークスと一酸化炭素によって還元して製造される。しかし、鉄は湿った空气中で錆びやすく、を主成分とする赤錆を生じる。そこで、鉄に亜鉛をめっきして鉄が錆びるのを防いだものがである。では、亜鉛の表面に生成する層が酸素の透過を防ぎ、亜鉛の表面が傷ついて②鉄が露出しても、亜鉛がイオンとなるので、鉄が錆びることはない。

また、金属やセラミックスはとしても利用されている。とは、少量添加することで反応速度を大きくする物質である。自動車の排気ガス中の窒素酸化物、一酸化炭素、炭化水素などの有害な物質を除去するためには-Pd-Rh が用いられ、は③オストワルト法と呼ばれる硝酸製造法においても用いられている。これらのは反応物と均一に混合しない状態で働くためとよばれる。また、④窒素と水素からアンモニアを工業的に製造する方法としてはハーバー・ボッシュ法（ハーバー法）が知られており、としてが用いられている。また、チタンの酸化物であるは光としての性質を持ち、防汚作用や滅菌作用を有するため、ビルの外壁や手術室の内壁などに利用されている。

- (1) ~ にあてはまる適切な語句を答えなさい。ただし、, , , , は元素記号もしくは化学式で答えなさい。
- (2) 下線部①に関して、赤鉄鉱を一酸化炭素で還元して鉄を生成する反応の反応式を書きなさい。
- (3) 下線部②の理由を書きなさい。

- (4) 下線部③に関して，工業的にはアンモニアと空気の混合気体を高温の オ の網の間に通じることにより，アンモニアが酸化されて一酸化窒素が製造されている。この反応の反応式を書きなさい。
- (5) 下線部④に関して，反応式を書きなさい。
- (6) ハーバー・ボッシュ法（ハーバー法）では，通常，高压下でアンモニアが製造されている。(5)で答えた反応式をもとにして，その理由を書きなさい。

- 3 中和滴定に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算式も書きなさい。

炭酸ナトリウムを水に溶解し、しばらく放置していたところ、空気中の二酸化炭素を吸収して、①炭酸ナトリウムの一部が炭酸水素ナトリウムに変化した。この水溶液に指示薬 A を加え、②1.00 mol/L の塩酸で滴定したところ、第一中和点の pH は 8.3 であった。次に、この水溶液に指示薬 B を加え、さらに滴定を続けたところ、第二中和点の pH は 4.0 であった。第一中和点に達するまでに要した塩酸の量は 14.2 mL であり、第一中和点から第二中和点に達するまでに要した塩酸の量は 23.6 mL であった。

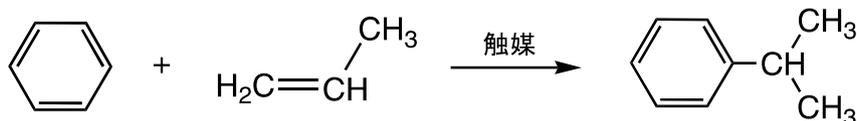
- (1) 下線①について、炭酸ナトリウムから炭酸水素ナトリウムが生成する反応の反応式を示しなさい。
- (2) 下線②の溶液 100 g を、質量パーセント濃度 35.8% の濃塩酸を用いて調製したい。このとき、調製に必要な濃塩酸の質量を答えなさい。ただし、1.00 mol/L の塩酸の密度は 1.02 g/cm^3 とする。
- (3) 中和反応について、(a) 第一中和点までで起こる反応の反応式、(b) 第一中和点から第二中和点までで起こる反応の反応式をそれぞれ答えなさい。
- (4) (a) 第一中和点の判定に用いることができる指示薬 A と (b) 第二中和点の判定に用いることができる指示薬 B を下記からそれぞれ選びなさい。また、(c) 第一中和点の前後と (d) 第二中和点の前後で溶液は何色から何色に変化するか、それぞれ答えなさい。

メチルオレンジ、チモールフタレイン、フェノールフタレイン、リトマス、
ブロモクレゾールパープル、クリスタルバイオレット

- (5) 空気中の二酸化炭素を吸収することによって、炭酸水素ナトリウムに変化した炭酸ナトリウムの質量を答えなさい。

- 4 ベンゼン環を有する数種の化合物の混合物のジエチルエーテル(以下エーテル)溶液がある。以下の問いに答えなさい。なお、構造式と化学反応式は例にならって示しなさい。ただし、計算においては、計算式も書きなさい。

(構造式と化学反応式の例)



- (1) このエーテル溶液に十分な量の塩酸を加えて、分液漏斗に移し、よく振り混ぜて静置したところ、2層に分かれた。エーテル層は上層と下層のどちらか答えなさい。
- (2) (1)の水層を分離し、これを水酸化ナトリウムで塩基性にした後、再度エーテルで有機化合物の抽出をおこなった。エーテルを常圧で蒸留して取り除き、得られた化合物を分析したところ、 C_7H_9N の分子式をもつことがわかった。考えられるすべての構造式を書きなさい。
- (3) (1)のエーテル層に十分な量の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて、抽出をおこなった。水層を分離し、これを塩酸で酸性にしたところ、白色固体が得られた。この得られた固体を無水酢酸と濃硫酸を用いてアセチル化すると、分子式が $C_9H_8O_4$ であるアセチルサリチル酸が得られた。このアセチル化反応の反応式を書きなさい。
- (4) (3)で得られたアセチルサリチル酸を 1.0 g とり、酸化銅と混ぜ、乾燥した酸素を送り込んで燃焼させて発生した気体を、まず塩化カルシウム管 A、ついでソーダ石灰管 B に吸収させた。それぞれの管の質量の増加量を求めなさい。
- (5) (3)で分離したエーテル層に十分な量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて、抽出をおこなった。水層を分離し、これを塩酸で酸性にしたところ、消毒液の

原料となる無色液体が得られた。この化合物に塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると、青色へと変化した。また、この化合物の分子式は C_7H_8O であることがわかった。一方、この液体を酸化することで、(3)の下線部の白色固体が得られた。この液体の構造式を書きなさい。

(6) (5)のエーテル層の溶媒を常圧で蒸留して取り除くと、無色液体が得られた。この液体を分析すると、分子式が C_8H_{10} であることがわかった。この化合物の構造式を書きなさい。なお、この化合物を酸化し、エチレングリコールと反応させることにより、合成繊維や容器の材料としてよく知られている高分子化合物の原料となる。

(7) (6)の下線部の高分子化合物に関する以下の問いに答えなさい。

- (a) この高分子化合物の名称を略さず書きなさい。
- (b) この高分子を合成する化学反応式を書きなさい。
- (c) (b)の反応はどのような重合様式か書きなさい。
- (d) ある条件によって得られたこの高分子を分析したところ、分子量が 2.88×10^4 であった。重合度を求めなさい。
- (e) この高分子化合物は加熱するとやわらかくなり、冷却すると硬くなる性質がある。そのような性質を何とよぶか書きなさい。