



2021年度

公立千歳科学技術大学 理工学部

一般選抜 前期日程 問題

化学基礎・化学

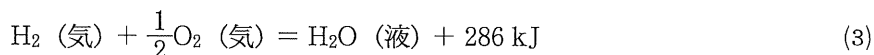
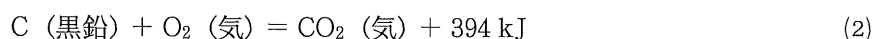
化学基礎・化学

1. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、熱量の値はすべて25℃、 1.013×10^5 Paにおける値であるものとする。

物質は（ア）と呼ばれる固有のエネルギーを持っている。①（ア）は、原子などの構成粒子間の化学結合によって蓄えられたものである。化学反応では反応物のエネルギーの総和と生成物の持つエネルギーの総和が異なることから、その差に相当するエネルギーが熱として出入りする。この熱を（イ）と呼ぶ。生成物の持つエネルギーの総和が反応物の持つエネルギーの総和より大きいとき、この反応は（ウ）となり、反応物の持つエネルギーの総和が生成物の持つエネルギーの総和より大きいとき、この反応は（エ）となる。化学反応式の矢印を等号に変え、右辺に（イ）を書き加えた式を（オ）と呼び、例えばアセチレンが完全燃焼する反応は以下の(1)式のように書き表すことができる。



このように、物質 1 molが完全燃焼するとき発生する熱を特に（カ）と呼ぶ。また、例えば上式で生成した二酸化炭素（ CO_2 ）もしくは水（ H_2O ）1 molが、成分元素の単体から生成するとき発生もしくは吸収する熱を（キ）と呼び、以下の(2)、(3)式のように書き表すことができる。



②（イ）は反応の経路によらず、反応の始めの状態と終わりの状態で決まることから、③(1)、(2)、(3)式を用いてアセチレンの（キ）の値を計算によって求めることができる。

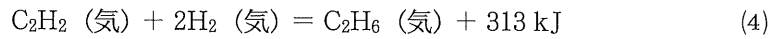
(1)（ア）～（キ）にあてはまる言葉を以下の語群から選んで、答えなさい。

イオン化エネルギー、化学エネルギー、化学式、化学反応式、加水分解、還元反応、気化熱、吸熱反応、酸化反応、蒸発熱、生成熱、潜熱、脱水反応、中和熱、中和反応、電子親和力、熱化学方程式、燃焼熱、発熱反応、反応熱、ファンデルワールス力、融解熱、溶解熱

(2) 下線部②の法則を何と呼ぶかその名称を答えなさい。

(3) 下線部③に従って、アセチレンの（キ）[kJ/mol]の値を整数値で求めなさい。

- (4) アセチレンと水素が反応してエタンが生成する (オ) は以下の(4)式のように書き表すことができる。エタンの (カ) [kJ/mol] の値および (キ) [kJ/mol] の値を整数値で求めなさい。



- (5) 下線部①の「(ア) は, 原子などの構成粒子間の化学結合によって蓄えられたものである」ことを考慮に入れて, 1 molのエタンの炭素-炭素間単結合の結合エネルギー [kJ/mol] の値を整数値で求めなさい。ただし, 水素-水素間の結合エネルギーを 436 kJ/mol, 炭素-水素間の結合エネルギーを 415 kJ/mol, 黒鉛を原子状炭素にするのに必要なエネルギーを 718 kJ/molとする。

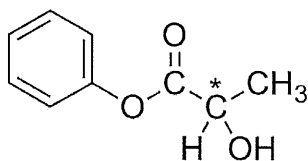
化学基礎・化学

2. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

$C_9H_{10}O_2$ で表される、ベンゼン環に1つ置換基を持つ5種類の化合物 A, B, C, D, E について以下の実験を行った。

- ① A, B, C, D, E それぞれを炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、A, B のみが (ア) 気体を発生した。
- ② ジエチルエーテルに溶解した A, B, C, D, E それぞれにナトリウムを加えると、A, B のみで (イ) ナトリウムが気体を発生して溶けた。
- ③ A, B, C, D, E それぞれをヨウ素と水酸化ナトリウムの混合溶液に加えて加熱すると、C のみに (ウ) 黄色の沈殿が生じた。
- ④ A, B, C, D, E それぞれを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると D のみが加水分解され、分解生成物として酢酸ナトリウムが生成した。他の化合物は加水分解されなかった。
- ⑤ A, B, C, D, E それぞれをアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱したところ、E のみが銀鏡反応を示した。
- ⑥ A, B, C, D, E のうち、B のみが不斉炭素原子を持ち旋光性を示した。

- (1) 化合物 A, B, C, D の構造式を以下の例にならって書きなさい。ただし、不斉炭素原子に*印をつけること。



- (2) 下線部 (ア) で発生した気体の化学式を書きなさい。
- (3) 下線部 (イ) で発生した気体の化学式を書きなさい。
- (4) 下線部 (ウ) で生じた沈殿の化学式を書きなさい。
- (5) 化合物 E として考えられる構造は何種類あるか答えなさい。

次のページにも問題があります。

化学基礎・化学

3. 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$, 混合溶液の密度は 1.25 g/cm^3 とする。

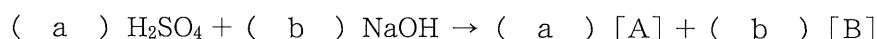
硫酸と過酸化水素の混合溶液（以下、混合溶液とする）は、電子回路作製の際に回路基板上の銅を溶解する目的で使用される。この工程での処理速度を適切に維持するためには、混合溶液中の成分の濃度を化学分析に基づいて管理する必要がある。

電子回路の製造工場で使用されている混合溶液の硫酸および過酸化水素の濃度を確認するために、操作①～③の順で滴定を行った。

実験操作と結果

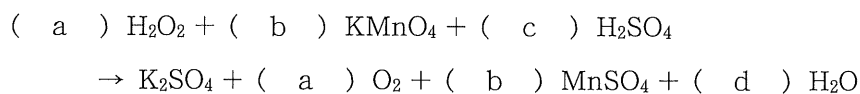
- ① 試料となる混合溶液 1.00 mL をコニカルビーカーにとり、純水 50 mL を加えて薄めた。
- ② ①で調製した溶液の pH を pH メーターで測定しながら、 0.500 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて滴定した。中和点までの滴下量は 10.00 mL であった。
- ③ ②が終了した溶液に希硫酸を適量加えたのち、 0.200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて滴定した。 10.00 mL 滴下したところで、滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色が消えなくなった。

- (1) 操作②の滴定では、中和滴定によって硫酸の濃度を測定している。この滴定での反応式の係数 a , b および生成物の化学式 A , B を答えなさい。ただし、係数はいずれも整数とし、同一記号の係数は等しいとする。係数が1の場合は1と解答すること。



- (2) 操作②での pH 変化について、適切な記述を選びなさい。ただし、混合溶液中の過酸化水素は pH 変化に影響しないものとし、水溶液の温度は常に 25°C に保たれているものとする。
- a. 滴定開始直後の pH は中和点の pH よりも大きく、中和点では pH が7付近になり、さらに滴定を続けると pH が小さくなっていく。
 - b. 滴定開始直後の pH は中和点の pH よりも小さく、中和点では pH が7付近になり、さらに滴定を続けると pH が大きくなっていく。
 - c. 滴定開始直後の pH は中和点の pH よりも大きく、中和点では pH が10付近になり、さらに滴定を続けると pH が小さくなっていく。
 - d. 滴定開始直後の pH は中和点の pH よりも小さく、中和点では pH が10付近になり、さらに滴定を続けると pH が大きくなっていく。

- (3) 操作③の滴定では、酸化還元滴定によって過酸化水素の濃度を測定している。この滴定での反応式の係数を答えなさい。ただし、係数は全て整数とし、同一記号の係数は等しいとする。係数が1の場合は1と解答すること。



- (4) 操作③の滴定での過マンガン酸カリウムのはたらきについて、適切な記述を選びなさい。
- a. 酸化剤としてはたらき、反応に伴ってマンガンの酸化数は増加する。
 - b. 酸化剤としてはたらき、反応に伴ってマンガンの酸化数は減少する。
 - c. 還元剤としてはたらき、反応に伴ってマンガンの酸化数は増加する。
 - d. 還元剤としてはたらき、反応に伴ってマンガンの酸化数は減少する。
- (5) 混合溶液中の硫酸および過酸化水素の質量パーセント濃度〔%〕をそれぞれ求めなさい。答えは小数第1位まで答えるものとする。
- (6) 混合溶液による銅の溶解では、過酸化水素の濃度が溶解速度に大きく影響する。今回の分析対象である混合溶液に、質量パーセント濃度20.0%の過酸化水素水を加えて、過酸化水素の質量パーセント濃度を15.0%にしたい。混合溶液1Lあたり、20.0%過酸化水素水を何mL加えればよいか。ただし、20.0%過酸化水素水の密度は1.00 g/cm³と近似する。答えは整数値で答えるものとする。

化学基礎・化学

4. 次の文を読み、以下の問いに答えなさい。ただし、鉄の原子半径を r [cm] とし、結晶構造による r の違いはないものとする。

1.013×10^5 Paのもとでの鉄の結晶構造は、 911°C よりも低温では体心立方格子 (body-centered cubic, 以下 bcc とする) だが、それを超えると面心立方格子 (face-centered cubic, 以下 fcc とする) に変化する。

- (1) bcc および fcc において1個の原子に隣接する原子の数 (配位数) を答えなさい。
- (2) bcc および fcc の単位格子の体積 [cm³] を、 r を用いて表しなさい。解答の際は、分数や平方根は小数化せずそのまま記述すること。
- (3) 911°C を境に bcc から fcc に変化したとき、鉄の密度 [g/cm³] はどうなるか。また、単位格子の体積に占める原子の体積の割合 (充填率) はどうなるか。適切な記述を選びなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。
 - a. 密度も充填率も低くなる。
 - b. 密度は低くなるが、充填率は高くなる。
 - c. 密度は低くなるが、充填率は変わらない。
 - d. 密度も充填率も高くなる。
 - e. 密度は高くなるが、充填率は低くなる。
 - f. 密度は高くなるが、充填率は変わらない。
- (4) bcc および fcc での鉄の密度を、それぞれ d_{bcc} および d_{fcc} とする。 911°C を境に bcc から fcc に変化したときの密度の変化の割合 ($\frac{d_{\text{fcc}}}{d_{\text{bcc}}}$) を求めなさい。解答の際は、分数や平方根は小数化せずそのまま記述すること。