

1 次の文章を読み、問(1)~(3)に答えよ。

物質が液体に溶けて全体が均一になる現象を(ア)という。このとき、溶けている物質を溶質、溶質を溶かしている液体を(イ)、(ア)によってできた均一な混合物を溶液という。

分子性物質の中で、尿素は分子の極性が大きく、水分子との間に静電的な引力が働き水によく溶ける。^(a)一方、ヨウ素などの無極性分子は水分子との間に静電的な引力がほとんど働かず、水に溶けにくい。

一定量の(イ)に溶ける溶質の最大限の量を(ウ)という。固体の(ウ)は、一般に、(イ)100 gに溶ける溶質の最大量の質量をグラム単位で表したときの数値で表される。^(b)

固体の(ウ)は、温度が高くなるにつれて大きくなるものが多い。温度などによる(ウ)の差を利用して、固体物質を精製する操作を(エ)という。

- (1) (ア)~(エ)に適切な語句を記せ。
- (2) 下線部(a)の尿素のように、電離しないが水分子との間に静電的な引力が働き水によく溶ける物質を次のA~Dから選べ。また、その物質の化学式(無機化合物の場合は組成式または分子式、有機化合物の場合は示性式)も示せ。
- A 塩化ナトリウム B グリセリン C ヘキサン D 塩化水素
- (3) 硝酸カリウムの水への(ウ)は、下表のとおりである。この数値をもとに問①~③に答えよ。なお、表中の(ウ)は、文中の下線部(b)で定義される。

温度(°C)	0	20	40	60	80
(ウ)	13.3	31.6	63.9	109	169

- ① 0℃における硝酸カリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度を有効数字3桁で答えよ。計算過程も示せ。
- ② 80℃の硝酸カリウムの飽和水溶液200gを60℃まで冷却したとき、何gの結晶が析出するか。有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。
- ③ 40℃の硝酸カリウムの飽和水溶液200gを20℃まで冷却するとき析出する結晶と同量の結晶を、40℃のまま水を蒸発させて析出させたい。このとき水を何g蒸発させればよいか。有効数字2桁で答えよ。計算過程も示せ。

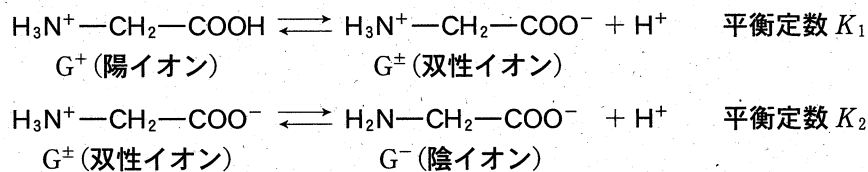
2 次の問(1)~(2)に答えよ。水の密度は 1.0 g/cm^3 、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{Na} = 23$ とする。

(1) 水酸化ナトリウム (NaOH) に関して、以下の問①~④に答えよ。

- ① NaOH は空気中の水蒸気を吸収して自発的に水溶液になる。この現象の名称を答えよ。
- ② NaOH は空気中の二酸化炭素も吸収して化学反応を起こす。この化学反応式を示せ。
- ③ NaOH 1.0 g を断熱容器に入れて、ある量の水を加えて NaOH 水溶液を調製した。その際、温度が 11 K 上昇した。加えた水の量は何 mL か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。水溶液の比熱は $4.2 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ 、 1 mol の NaOH が水に溶けるときのエンタルピー変化は -44 kJ とする。
- ④ ③で調製した NaOH 水溶液を水で希釈した。希釈後の NaOH 水溶液 10.0 mL を 0.20 mol/L の硫酸水溶液で滴定すると、 12.5 mL 加えたところでちょうど中和した。希釈後の NaOH 水溶液の濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

(2) 酢酸、アミノ酸に関して、以下の問①~⑤に答えよ。

- ① NaOH 水溶液で酢酸の中和滴定を行うと、中和点は酸性、中性、塩基性のどれになるか。
- ② 0.10 mol/L 酢酸水溶液の pH を答えよ。電離度は 0.016 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。
- ③ アミノ酸のグリシンは水溶液中で、下図のように、その陽イオン G^+ 、陰イオン G^- 、双性イオン G^\pm が平衡状態にある。これらのグリシンのイオンの混合物の電荷が全体としてゼロになるときの pH を何というか。



- ④ 水溶液中におけるグリシンの 2 つの電離平衡の平衡定数の積 $K_1 K_2$ を、 $[\text{G}^\pm]$ 、 $[\text{G}^+]$ 、 $[\text{G}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$ を用いた式で表せ。
- ⑤ ③のグリシンの電荷が全体としてゼロのときの pH はいくつか。有効数字 2 桁で答えよ。平衡定数の積 $K_1 K_2$ を利用して計算し、その計算過程も示せ。グリシンの電離平衡における平衡定数はそれぞれ $K_1 = 1.0 \times 10^{-2.3} \text{ mol/L}$ 、 $K_2 = 1.0 \times 10^{-9.7} \text{ mol/L}$ とする。

3 次の文章を読み、問(1)~(5)に答えよ。

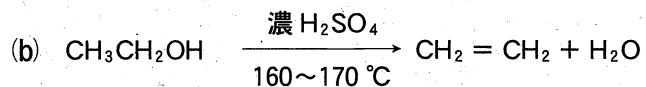
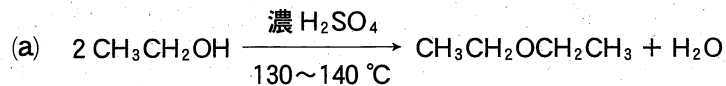
クロムとマンガンはどちらも銀白色の金属で、塩酸や希硫酸には(ア)を発生して溶ける。一方、クロムは濃硝酸には酸化被膜を形成して(イ)となり溶けなくなる。酸化マンガン(IV) (MnO_2)は触媒として利用でき、例えば過酸化水素水や塩素酸カリウムから(ウ)を発生させるのに用いられる。鉄にクロムなどを混ぜた合金は(エ)と呼ばれ、クロムの酸化被膜をもつため、さびにくい性質を持つ。

クロムやマンガンの化合物の中には酸化剤として利用されるものがある。二クロム酸カリウム ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)水溶液は赤橙色を示し、酸性水溶液中で強い酸化剤として作用する。この際、二クロム酸イオンが還元されることで緑色のクロム(III)イオンが生じる。(a) 過マンガン酸カリウム (KMnO_4)も酸性水溶液中で強い酸化剤として作用する。ここでは、過マンガン酸イオンが還元されることでマンガン(II)イオンが生じる。(b) 過マンガン酸イオンは中性や塩基性の水溶液中でも酸化剤として作用し、酸化マンガン(IV)を生じる。(c)

- (1) (ア)~(エ)に適切な語句を記せ。(ア)と(ウ)には物質名を記せ。
- (2) 下線部(a)~(c)の反応を、電子 e^- を用いたイオン反応式で示せ。
- (3) 下線部(a), (b), (c)それぞれの反応を用いて、3.0 mol のヨウ化カリウム(KI)をすべて酸化してヨウ素とした。このとき、反応した酸化剤の物質量が最も少なかった反応について、(a), (b), (c)の記号で答えよ。また、反応した酸化剤の物質量をあわせて答えよ。
- (4) 二クロム酸イオンの水溶液を塩基性になるとクロム酸イオンが生じる。このときの反応をイオン反応式で示せ。また、反応後の溶液の色を答えよ。
- (5) 電極に酸化マンガン(IV)と亜鉛を、電解質に塩化亜鉛を用い乾電池を作製した。これについて、以下の問①~③に答えよ。
 - ① 正極となるのは酸化マンガン(IV)と亜鉛のどちらか、答えよ。
 - ② この乾電池を一般に何と呼ぶか、名称を答えよ。
 - ③ 電極の亜鉛が 1.00×10^{-2} mol 消費されたとき、生じる電気量は何Cか。有効数字3桁で答えよ。ただし、ファラデー定数は 9.65×10^4 C/mol とする。

4 次の問(1)~(2)に答えよ。

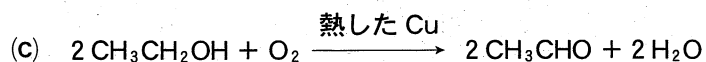
(1) (a)は実験室でジエチルエーテルを、(b)はエチレンを合成するための化学反応である。



生成エンタルピー ΔH は、気体の状態で、エタノール -235 kJ/mol 、ジエチルエーテル -252 kJ/mol 、水蒸気 -242 kJ/mol 、エチレン 53 kJ/mol であり、温度により変化しないものとする。

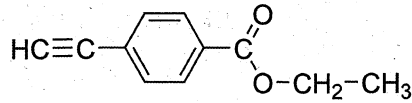
- ① (a)の反応のように二つの分子間で水がとれて結びつき、大きな分子が生成する反応を何というか。
- ② (b)の反応で生じたエチレンのように分子中の炭素原子間に二重結合を一つもち、ほかはすべて単結合の鎖式炭化水素を総称して何というか。
- ③ ②の化合物のように炭素原子間に二重結合を有するかどうかを、化学反応による色の変化で確認したい。その方法を、用いる試薬と色の変化(何色から何色)で、二通りそれぞれ記せ。
- ④ (a)および(b)の反応でジエチルエーテルおよびエチレンが生じるときの反応エンタルピーは何 kJ/mol か、それぞれ求めよ。計算過程も示せ。すべての反応物、生成物は気体の状態とする。
- ⑤ 反応温度を下げると(b)ではなく(a)の反応が起こる理由を、(a)、(b)どちらの反応も化学平衡が重要な働きをしているものとして説明せよ。

(2) エタノールは(c)の反応によって、アセトアルデヒドを生じる。



- ① エタノールもアセトアルデヒドも、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、特異臭をもつ黄色結晶が生じる。この反応を何というか。
- ② 以下の化合物のうち、①の反応を示す化合物をすべて記せ。
アセトン 酢酸 2-プロパノール 酢酸エチル 乳酸 サリチル酸
- ③ ①の反応で、エタノールにヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したときの化学反応式を示せ。この反応ではギ酸ナトリウムが生じる。
- ④ ホルミル基(アルデヒド基)はヒドロキシ基やアミノ基と反応しやすく、また酸化剤とも容易に反応する。ホルミル基を有する化合物が示す代表的な酸化還元反応の名称を二つ記せ。
- ⑤ 一般に、植物が光合成で生成するグルコースは、スクロースに変えられて高濃度で植物体内を輸送されている。グルコースをスクロースに変えて輸送している理由について考えられることを、ホルミル基の性質をもとに説明せよ。

- 5 次の文章を読み、問(1)~(6)に答えよ。構造式の記入例を以下に示す。



繊維は、(ア)繊維と(イ)繊維に大きく分けることができる。(ア)繊維は、綿や麻などの(ウ)繊維と羊毛や絹などの(エ)繊維にさらに分類することができる。(イ)繊維は、ナイロン66などの合成繊維、アセテート繊維などの(オ)繊維、銅アンモニアレーヨンなどの(カ)繊維にさらに分類することができる。

(ウ)繊維である綿は衣料品に広く利用されており、その主成分はセルロースである。セルロース分子は多数の(Ⅰ)分子が直鎖状につながった構造をしており、平行に並んだ分子間には水素結合が形成されている。そのため、セルロースは強い繊維状の物質となる。

(a) 合成繊維の1種であるナイロン66は、アジピン酸と(Ⅱ)の混合物を加熱すると得られる。セルロース同様分子間に水素結合が形成されるため高い強度を示し、丈夫な繊維となる。

- (1) (ア)~(カ)にあてはまる適切な語句を以下の【語群】から選んで記せ。

【語群】

生物 化学 物理 天然 動物
植物 再生 紡績 非合成 半合成

- (2) (Ⅰ)と(Ⅱ)にあてはまる化合物名を記せ。

- (3) セルロースに関して、正しくないものを以下のA~Dよりすべて選び、記号で答えよ。

- A ヨウ素溶液を加えると紫色を呈する。
B 植物の細胞壁の成分である。
C ヒトはセルロースを消化することができない。
D 水、熱水に溶けにくい。

- (4) 下線部(a)について、水素結合が分子間に働く物質を次の【物質群】からすべて選べ。

【物質群】

アンモニア エタン 塩化水素 メタノール
水素 フッ化水素 酢酸

(5) ナイロン 66 には、アミド結合が含まれる。次の【物質群】からアミド結合を持つ物質をすべて選べ。

【物質群】

ポリアクリロニトリル アセトアニリド デンプン ポリエチレン
 グルタミン酸 ポリスチレン アルブミン ε-カプロラクタム

(6) 下図は合成繊維の 1 種であるビニロンの工業的合成方法である。問①～②に答えよ。

① 図中の化合物 X, 化合物 Y の構造式を示せ。

② 化合物 X からポリ酢酸ビニルができる反応の名称を答えよ。

