

## 化 学 (その1)

必要に応じて  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $S = 32.0$ ,  $Cu = 63.5$ ,  $Br = 80.0$  の原子量,  $\log 1.75 = 0.24$ ,  $\log 2 = 0.30$ , ファラデー定数  $= 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  を用いよ。なお, 標準状態  $1 \text{ mol}$  の気体の体積を  $22.4 \text{ L}$  とする。

**第1問** 次の文章を読んで, 以下の問い (問1 ~ 6) に答えよ。なお, 問1 ~ 4 に対する答えは有効数字3桁で答えよ。

酢酸では, 水溶液中で, ①式のような電離平衡が成立する。



ここで, それぞれの成分のモル濃度を  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ ,  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ ,  $[\text{H}^+]$  で表すと, 酢酸の電離定数  $K_a$  は②式になる。ただし,  $K_a$  の値は,  $1.75 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  とする。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \dots \text{②}$$

次に, 酢酸に酢酸ナトリウムを加えた水溶液中では, 酢酸ナトリウムはほとんど完全に電離しているので, ③式で表せる。



問1  $0.100 \text{ mol/L}$  の酢酸水溶液の pH はいくらか。

問2  $0.100 \text{ mol/L}$  の酢酸ナトリウム水溶液  $5.00 \text{ mL}$  と  $0.100 \text{ mol/L}$  の酢酸水溶液  $4.00 \text{ mL}$  を混ぜた水溶液の pH はいくらか。

問3 問2 で用いた混合水溶液に,  $0.100 \text{ mol/L}$  の塩酸  $1.00 \text{ mL}$  を加えると, pH はいくらになるか。ただし, 塩酸は完全に電離しているものとする。

問4 純水 (pH 7.00)  $9.00 \text{ mL}$  に  $0.100 \text{ mol/L}$  の塩酸  $1.00 \text{ mL}$  を加えると, pH はいくらになるか。

問5 問2 のような水溶液の作用を, 問3 と問4 の結果にもとづき, 25 字以内で記せ。

問6 問2 のような水溶液を何と呼ぶか。

## 化 学 (その2)

**第2問** 0.0200 mol/Lの硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mLを、両極とも白金電極を用いて 3.00 Aの電流で 16分5秒間、電気分解を行った。なお、問1、2に対する答えは有効数字3桁で答えよ。

問1 陰極に析出した物質の質量は何gか。

問2 この電気分解で、陰極に発生した気体の体積は、標準状態で何mLになるか。

問3 陽極でおこる反応をイオン反応式で表せ。

**第3問** 次の問い(問1～6)にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから一つだけ選び、①、②、③、・・・の記号で答えよ。

問1 次の分子を電子式で表したとき、非共有電子対の数が共有電子対の数より多いのはどれか。

a 過酸化水素      b シアン化水素      c 二酸化炭素      d 硫化水素

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ dのみ      ⑤ aとb  
 ⑥ aとc      ⑦ aとd      ⑧ bとc      ⑨ bとd      ⑩ cとd

問2 次の文章で誤りを含むのはどれか。なお、粘土のコロイド粒子は電気泳動で陽極側に移動する。また、水溶液中の電解質は完全に電離しているものとする。

- a 分子コロイドは分子1個がコロイド粒子となるので、コロイド粒子はセロハンを通過できる。  
 b コロイド粒子のブラウン運動は、大部分がコロイド粒子自身の熱運動によるものである。  
 c 親水コロイドを沈殿させるのに多量の電解質が必要なのは、コロイド粒子に結合した水和水を引き離さなければならないからである。  
 d 同じモル濃度の  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  の水溶液では、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  水溶液がもっとも少量で粘土のコロイドを沈殿させる。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ dのみ      ⑤ aとb  
 ⑥ aとc      ⑦ aとd      ⑧ bとc      ⑨ bとd      ⑩ cとd

## 化 学 (その3)

問3 次の反応は、気体の実験室における製法である。

- a 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- b ギ酸に濃硫酸を加えて加熱する。
- c 銅に濃硝酸を加える。
- d 酢酸ナトリウムの無水物に水酸化ナトリウムを加えて加熱する。
- e 硫化鉄(II)に希塩酸を加える。

(1) 無臭の気体が発生するのはどれか。

- ① a と b      ② a と c      ③ a と d      ④ a と e      ⑤ b と c
- ⑥ b と d      ⑦ b と e      ⑧ c と d      ⑨ c と e      ⑩ d と e

(2) 水の生成をともなうのはどれか。

- ① a と b      ② a と c      ③ a と d      ④ a と e      ⑤ b と c
- ⑥ b と d      ⑦ b と e      ⑧ c と d      ⑨ c と e      ⑩ d と e

問4 次の反応で誤りを含むのはどれか。

- a 硫酸鉄(II)水溶液にアンモニア水を加えると、緑白色沈殿を生じる。
- b 硫酸鉄(II)水溶液にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると、血赤色溶液となる。
- c 硫酸鉄(II)水溶液にヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色沈殿を生じる。
- d 塩化鉄(III)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色沈殿を生じる。
- e 塩化鉄(III)水溶液にヘキサシアニド鉄(III)酸カリウム水溶液を加えると、褐色溶液となる。

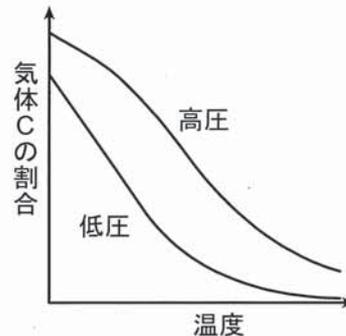
- ① a と b      ② a と c      ③ a と d      ④ a と e      ⑤ b と c
- ⑥ b と d      ⑦ b と e      ⑧ c と d      ⑨ c と e      ⑩ d と e

# 化 学 (その4)

問5 気体A, B, Cについて, 次の化学平衡が成り立っている。ただし,  $a, b, c$  は反応の係数である。



AとBを  $a:b$  の体積比で混合した気体を圧力一定で温度を変化させて反応させると, 温度と平衡状態に達したときのCの割合(体積百分率)の関係は図のようになった。



- (1) この平衡反応の右向きの反応の性質と  $a, b, c$  の関係で正しいのはどれか。
- ① 発熱反応で,  $a + b < c$  である。      ② 吸熱反応で,  $a + b < c$  である。  
 ③ 発熱反応で,  $a + b = c$  である。      ④ 吸熱反応で,  $a + b = c$  である。  
 ⑤ 発熱反応で,  $a + b > c$  である。      ⑥ 吸熱反応で,  $a + b > c$  である。
- (2) 触媒を加えて反応させると, 2つのグラフの曲線はどのようなようになるか。
- ① 温度が低いほど上へ移動する。      ② 温度が高いほど上へ移動する。  
 ③ 全体に上へ移動する。      ④ 全体に右上へ移動する。  
 ⑤ 全体に右へ移動する。      ⑥ 移動しない。

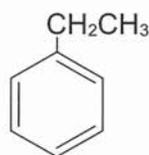
問6 アンモニアの生成熱を  $46 \text{ kJ/mol}$ , H-Hの結合エネルギーを  $436 \text{ kJ/mol}$ , N-Hの結合エネルギーを  $391 \text{ kJ/mol}$  とすると,  $\text{N}\equiv\text{N}$ の結合エネルギー  $[\text{kJ/mol}]$  はいくらか。

- ① 572      ② 618      ③ 645      ④ 691      ⑤ 783  
 ⑥ 829      ⑦ 946      ⑧ 992      ⑨ 1130      ⑩ 1566

## 化 学 (その5)

**第4問** 次の(1)～(4)の各組は、主成分である化合物Xに少量の化合物Yが不純物として含まれている混合物である。この不純物Yを、その化学的性質を利用して除き、純粋な化合物Xを得たい。そのためにもっとも適した操作を、【操作群】から一つだけ選び、①, ②, ③, …の記号で答えよ。さらに、その操作で化合物Yが変化してできる化合物の構造式を、例にならって書け。もし生成物が無機化合物であれば、分子式で答えよ。

構造式の例



	(1)	(2)	(3)	(4)
化合物X	エタン	ジエチルエーテル	サリチル酸メチル	ニトロベンゼン
化合物Y	エチレン	エタノール	サリチル酸	アニリン

**【操作群】**

- ① 混合物をジエチルエーテルに溶かして塩酸と振り混ぜたのち、ジエチルエーテル層を濃縮する。
- ② 混合物をジエチルエーテルに溶かして炭酸水素ナトリウム水溶液と振り混ぜたのち、ジエチルエーテル層を濃縮する。
- ③ 混合物をジエチルエーテルに溶かして水酸化ナトリウム水溶液と振り混ぜたのち、ジエチルエーテル層を濃縮する。
- ④ 混合物の液体に水酸化ナトリウムのつぶを加え、放置したのち蒸留する。
- ⑤ 混合物の液体に金属ナトリウムの小片を加え、放置したのち蒸留する。
- ⑥ 混合物の液体に塩酸を加え、放置したのち蒸留する。
- ⑦ 混合物の気体を水酸化ナトリウム水溶液に通じる。
- ⑧ 混合物の気体を塩酸に通じる。
- ⑨ 混合物の気体を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じる。

**第5問** 次の(1)～(3)の文章中のア～ウの( )内に適する数値を記入せよ。

- (1) 分子式  $C_8H_8O_2$  をもつ芳香族化合物は多数あるが、エステルに限定すれば (ア) 種類である。
- (2)  $C_{19}H_{29}COOH$  という示性式をもつ高級脂肪酸のみを構成成分とする油脂 1 mol に、白金触媒の存在下に水素を作用すると、(イ) mol の水素  $H_2$  が付加する。
- (3) フェノール (分子量 94) 9.4 g に十分量の濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱すると、(ウ) g の黄色結晶が得られる。なお、反応は完全に進行するものとする。

## 化 学 (その6)

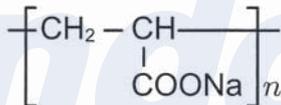
**第6問** 次の文章を読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

ゴムノキを傷つけると樹皮から流出する白い乳液が得られる。この白い乳液がラテックスであり、(1) 酸を加えて沈殿させたのち、これを乾燥させたものが天然ゴムである。天然ゴムはイソプレンが重合した構造をもち特有の弾性(ゴム弾性)を示すが、化学的にも機械的にも弱く、(2) また長期間保存すると次第にゴム弾性を失って劣化する。

一方、天然ゴムに(ア)を数パーセント加えて加熱すると(イ)構造が生じるため、弾性が大きく化学的にも機械的にも強いゴムになる。このような操作を(ウ)といい、生じたゴムを弾性ゴムという。また、天然ゴムに(ア)を30～40%加えて長時間加熱すると(エ)という黒色の硬い物質ができる。

合成ゴムは天然ゴムより耐油性、耐老化性、耐摩耗性、耐熱性などに優れ、用途に応じて様々なものがつくられている。例えば、(3) 1,3-ブタジエン  $C_4H_6$  を(オ)重合させるとブタジエンゴム(BR)ができる。また、(4) スチレン  $C_8H_8$  と 1,3-ブタジエン  $C_4H_6$  を(カ)重合させて合成されるスチレン-ブタジエンゴム(SBR)は、自動車のタイヤなどに用いられ、合成ゴムの中では生産量が多い。

例



問1 文章中のア～カの( )内に入る適切な語句を記せ。

問2 下線部(1)の操作を何というか。

問3 下線部(2)について、天然ゴムが劣化して弾性を失う理由を30字以内で説明せよ。

問4 下線部(3)のBRには異性体が存在し、それぞれの弾性が異なる。例にならって、2つの異性体の構造単位の構造式を、弾性が高いものをA欄に、弾性が低いものをB欄に示せ。

問5 下線部(4)にあるようにSBRを合成したところ、SBRを構成しているスチレンと1,3-ブタジエンの物質量の比は、1:4であった。このSBR 8gを臭素と反応させると、何gの臭素が消費され则认为られるか。なお、臭素はベンゼン環とは反応せず、すべての臭素がSBRに反応したものとす。