

問題 I 模範解答

問 1

それぞれの画分の正確な組成は、樹液をとった松の種類と、それが地球上のどの地域に生えていた松なのかによって変わる。

問 2

香水の起源はエジプト・メソポタミアであるが、その伝播には科学や技術の進歩が密接に関わっている。当初、香水の知識はギリシャ・ローマへと伝わり、アラブ世界で発展を遂げたが、蒸留その他の技術が開発されることで、香水の中心地はイタリアへ移った。その後、化学工業が発展したドイツとその隣国であるフランスが香水の中心地としての地位を獲得し、現在ではドイツ・スイス・フランスとアメリカが、大西洋を挟んで覇権を争っている。

問 3

金属ナトリウムを入れて水素ガスの発泡を見る、臭素が何倍モル量消費されるか測定する、など。

問 4

リモネンとは、ジペンテンのどちらか片方のエナンチオマーのことである。

問 5

パーキンは、個々の化合物を実際に合成してその性質を調べ、克明に記録した。これにより、当時の未熟な分析化学では得難かったライラックの香気成分の構造に関する示唆を得たこと。(90字)

問題 II

問 1

(1)

ア H_2O

イ H_2CO_3

ウ HCO_3^-

エ H^+

オ CO_3^{2-}

カ OH^-

(2)

キ -4.9 (途中で丸めると-5.0)

ク -11.3 (途中で丸めると-11.4)

サ 5.7 (分析化学の作法で丸めると 5.6)

(3)

ケ >

(4)

コ 酸性

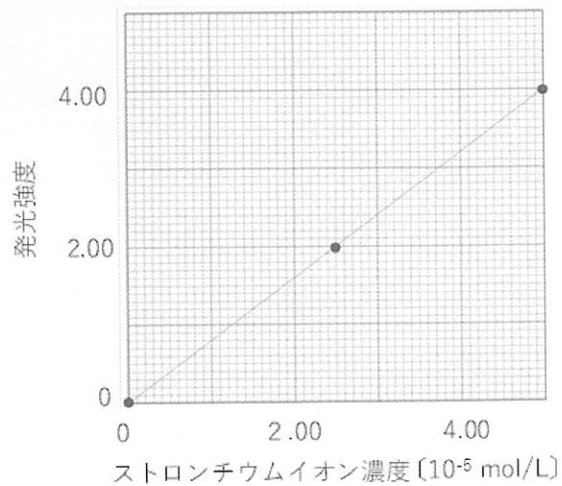
問 2

(1) 17 ml

(2) 希硫酸を用いると、炭酸カルシウムの表面に難溶性の硫酸カルシウムが生成するため。

(3) 0.98 g

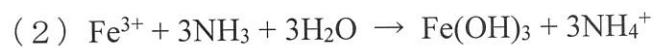
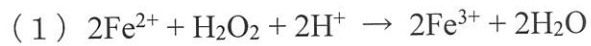
(4) グラフ



溶液中の濃度 3.0×10^{-5} mol/L

石筍中の物質質量 3.0×10^{-6} mol

問 3.



(3) 0.23 g

(4) pH 13 の場合、水酸化物イオン濃度が 0.1 mol/L であるので、水酸化カルシウムの溶解度積より水酸化カルシウムが沈殿する。これを加熱すると、鉄の酸化物以外に水酸化カルシウムも残るため好ましくない (100 字)

問題 III

解答例

問1の解答例

はじめに 300K で A を n_A mol, B を n_B mol 入れたとする

$P=(n_A+n_B)RT/V$ より,

$$3000=(n_A+n_B) \times 8.3 \times 300/8.3 \text{ よって, } n_A+n_B=10 \text{ mol } \textcircled{1}$$

次に 350K にしたとき, 全体の物質量を N mol とすると,

$$2100=(N) \times 8.3 \times 350/8.3 \text{ よって, } N=6 \text{ mol } \textcircled{2}$$

A + 2B → C のとき,

1) A がなくなったとすると, B は $2n_A$ 減って, C は n_A 増える。

$$\text{すなわち, } N = 0 + (n_B - 2n_A) + n_A = n_B - n_A$$

$$\text{これと } \textcircled{1}\textcircled{2} \text{ を使って, } \underline{n_A = 2 \text{ mol, } n_B = 8 \text{ mol}}$$

2) B がなくなったとすると, A は $n_B/2$ 減って, C は $n_B/2$ 増える。

$$\text{すなわち, } N = (n_A - n_B/2) + 0 + n_B/2 = n_A$$

$$\text{これと } \textcircled{1}\textcircled{2} \text{ を使って, } \underline{n_A = 6 \text{ mol, } n_B = 4 \text{ mol}}$$

3) 両方がなくなったとすると, $n_A = n_B/2$ なので, $n_A = 10/3$ mol, $n_B = 20/3$ mol

しかし, 増える C は $n_A = 6$ mol ($\textcircled{2}$ より) となるので, 矛盾

すなわち, 両方なくなることはないので, 解にならない。

問2の解答例

(1) コックが閉じられているときは, それぞれの容器は独立しているので, 各容器の分子数に変化はない。そのため, シャルルの法則によって気体の圧力は絶対温度に比例する。

容器 C1 では, 次の式となる。

$$3.42 \times 10^5 \times \frac{273}{300} = 3.11 \times 10^5 \quad \text{答え: } 3.1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

容器 C2 では, 次の式となる。

$$3.42 \times 10^5 \times \frac{333}{300} = 3.79 \times 10^5 \quad \text{答え: } 3.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) コックを開けると, 2つの容器には温度差があるため, 分子が C1 から C2 へ移動する。

各容器にある窒素分子のモル数をそれぞれ n_{C1} と n_{C2} , 求める圧力を P , 気体定数を R とすると, 次のように計算することができる。

容器 C1 では、次の式となる。

$$P \times 1.0 = n_{C1} \times R \times 370$$

$$n_{C1} = \frac{P}{370R}$$

容器 C2 では、次の式となる。

$$P \times 1.0 = n_{C2} \times R \times 333$$

$$n_{C2} = \frac{P}{333R}$$

ここで、最初に充填した窒素分子の総モル数 n はつぎのように計算できる。

$$3.42 \times 10^5 \times 2 \times 1.0 = n \times R \times 300$$

$$n = \frac{3.42 \times 10^5 \times 2}{300R}$$

$n = n_{C1} + n_{C2}$ であるから、

$$\frac{P}{370R} + \frac{P}{333R} = \frac{3.42 \times 10^5 \times 2}{300R}$$

$$(0.00270 + 0.00300)P = \frac{3.42 \times 10^5 \times 2}{300}$$

$$0.570P = 1.14 \times 10^3 \times 2$$

$$P = 2 \times 10^3 \times 2 = 4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$$

60°Cの逆数: $1/333=0.00300300\dots$

97°Cの逆数: $1/370=0.00270270\dots$

問3の解答例

蒸気圧がない場合の質量は、 $w_0 + a$ (g)となる。しかし、シクロヘキサンには蒸気圧があるため、温度に応じた蒸気圧で試験管の中は満たされている。60°Cの場合、シクロヘキサンの蒸気圧は p (Pa)であるので、体積比にして p/p_0 の空気が試験管から追い出されている。この追い出された空気の質量は、 $V \times \frac{p}{p_0} \times d_B$ となる。したがって、この分だけ軽くなっているの

で、60°Cでは、 $w_0 + a - V \times \frac{p}{p_0} \times d_B$ となる。

シクロヘキサンの沸点：80.75°C

シクロヘキサンの蒸気圧(20°C)： 12.7×10^3 Pa