

直前東医歯大化学

【1 回目】



問題

【1】

解答・解説

問1 理想気体の状態方程式より

$$PV_G = n_G RT \quad \therefore n_G = \frac{PV_G}{RT}$$

$$\text{答} \quad \frac{PV_G}{RT}$$

問2 ヘンリーの法則より，圧力 P [Pa] において，1L の水に溶解する気体の物質量は

$$S \times \frac{P}{P_0} \text{ [mol/L]}$$

水の体積は V_W [L] であるから，溶解する酸素の物質量 n_L [mol] は

$$n_L = S \times \frac{P}{P_0} \times V_W \text{ [mol]}$$

$$\text{答} \quad \frac{SPV_W}{P_0}$$

問3 問1，問2より

$$n_G + n_L = \frac{PV_G}{RT} + \frac{SPV_W}{P_0} \text{ [mol]}$$

$$\text{答} \quad \frac{V_G}{RT} + \frac{SV_W}{P_0}$$

問4 問1，問2より

$$\frac{n_G}{n_L} = \frac{\frac{PV_G}{RT}}{\frac{SPV_W}{P_0}} = \frac{P_0 V_G}{SV_W RT}$$

$$\text{答} \quad \frac{P_0 V_G}{SV_W RT}$$

問5 問3に各値を代入して計算すると

$$\begin{aligned} n_G + n_L &= P \times \left(\frac{V_G}{RT} + \frac{SV_W}{P_0} \right) = 7.00 \times 10^5 \times \left(\frac{1.00}{8.31 \times 10^3 \times (273 + 7)} + \frac{1.80 \times 10^{-3} \times 9.00}{1.01 \times 10^5} \right) \\ &= 0.413 \text{ [mol]} \end{aligned}$$

$$\text{答} \quad 0.41 \text{ mol}$$

問6 問3に各値を代入する。また，問5の結果を用いる。

$$n_G + n_L = P \times \left(\frac{V_G}{RT} + \frac{SV_W}{P_0} \right) = P \times \left(\frac{1.00}{8.31 \times 10^3 \times (273 + 37)} + \frac{9.00 \times 10^{-4} \times 9.00}{1.01 \times 10^5} \right) = 0.413$$

$$\therefore P = 8.82 \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

$$\text{答} \quad 8.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

問7 水を3.00L取り除くと、 $V_G=4.00$ [L]、 $V_W=6.00$ [L] となる。 P_0 、 S 、 R 、 T の値は
 水を取り除く前後で変わらない。

$$\text{水を除いた後の}\frac{n_G}{n_L} \quad \frac{n_G}{n_L} = \frac{P_0 V_G}{S V_W R T} = \frac{P_0 \times 4.00}{S \times 6.00 \times R T} \quad \cdots \cdots \text{①}$$

$$\text{水を除く前の}\frac{n_G}{n_L} \quad \frac{n_G}{n_L} = \frac{P_0 V_G}{S V_W R T} = \frac{P_0 \times 1.00}{S \times 9.00 \times R T} \quad \cdots \cdots \text{②}$$

$$\therefore \frac{\text{①}}{\text{②}} = 6.00 \text{ [倍]}$$

答 6 倍

【配点のめやす】 27 点

問1 3 点

問2 3 点

問3 3 点

問4 3 点

問5 5 点

問6 5 点

問7 5 点

解答・解説

$$\frac{9.0}{58.5}=0.153[\text{mol/L}]$$
$$2 \times 0.153 = 0.306 [\text{mol/L}]$$
$$0.306 \times 8.31 \times 10^3 \times 310 = 7.882 \times 10^5 [\text{Pa}]$$

問3 オレイン酸 $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$

問6 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$

$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2 \\
 \quad \downarrow \\
 \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{CH} \\
 \quad \downarrow \\
 \text{X}-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\parallel}}\text{P}-\text{O}-\text{CH}_2
 \end{array}$$

問 11 式(1)の右辺の $[0,]$ を ρ とおくと

$$K_{\text{Mb}} = \frac{[\text{MbO}_2]}{[\text{Mb}]p} \quad \therefore \frac{[\text{MbO}_2]}{[\text{Mb}]} = K_{\text{Mb}}p$$

Y_{Mb} の逆数をとると

$$\frac{1}{Y_{\text{Mb}}} = \frac{[\text{Mb}] + [\text{MbO}_2]}{[\text{MbO}_2]} = \frac{1}{K_{\text{Mb}}p} + 1 \quad \therefore Y_{\text{Mb}} = \frac{K_{\text{Mb}}p}{1 + K_{\text{Mb}}p}$$

$$(\text{答}) \quad Y_{\text{Mb}} = \frac{K_{\text{Mb}}p}{1 + K_{\text{Mb}}p}$$

問 12 50% 飽和 ($Y_{\text{Mb}}=0.5$) のとき $[\text{MbO}_2]=[\text{Mb}]$ となるので

$$K_{\text{Mb}}p = 1$$

$$p_{50} = 1.1 [\text{mmHg}] \text{ より}$$

$$K_{\text{Mb}} = \frac{1}{p} = \frac{1}{1.1} = 0.909 [\text{mmHg}^{-1}]$$

$$(\text{答}) \quad 0.91 \text{mmHg}^{-1}$$

問 13

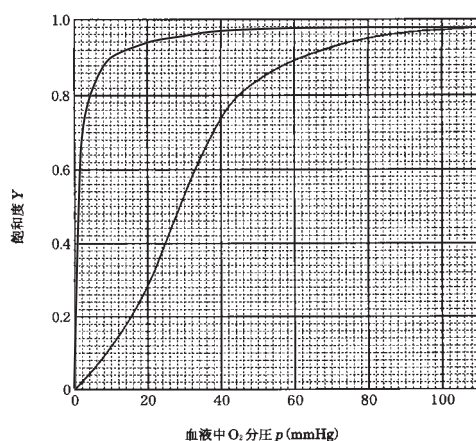


図 3 ヘモグロビンの酸素飽和曲線

問 14 問 11 より

$$\frac{[\text{MbO}_2]}{[\text{Mb}]} = K_{\text{Mb}}p$$

である。760mmHg のときに $[\text{O}_2] = 1.1 \times 10^{-3} [\text{mol/L}]$, 問 12 の答を代入する。

$$\frac{[\text{MbO}_2]}{[\text{Mb}][\text{O}_2]} = \frac{K_{\text{Mb}}p}{[\text{O}_2]} = \frac{0.909 \times 760}{1.1 \times 10^{-3}} = 6.28 \times 10^5 [\text{L/mol}]$$

$$(\text{答}) \quad 6.3 \times 10^5 \text{L/mol}$$

問 15 1mol のヘモグロビンは 4mol の O_2 分子を運ぶことができる。図 3 より, $p=95\text{mmHg}$ で $Y=0.97$, $p=40\text{mmHg}$ で $Y=0.74$ であることから, 組織で放出された酸素は

$$(0.97 - 0.74) \times 4 = 0.92 [\text{mol}]$$

$$(\text{答}) \quad 0.92 \text{mol}$$

問 16 問 11 で求めた Y_{Mb} の式から $p=95\text{mmHg}$, $p=40\text{mmHg}$ での Y を求める。

$$Y_{\text{Mb}95} = \frac{K_{\text{Mb}}p}{1 + K_{\text{Mb}}p} = \frac{0.909 \times 95}{1 + 0.909 \times 95} = 0.988$$

$$Y_{\text{Mb}40} = \frac{K_{\text{Mb}}p}{1+K_{\text{Mb}}p} = \frac{0.909 \times 40}{1+0.909 \times 40} = 0.973$$

飽和度の差は

$$0.988 - 0.973 = 0.015$$

となりきわめて小さい。これを答にまとめればよい。

(答) ミオグロビンは酸素分圧が急激に減少する組織内では酸素を効率よく運搬できるが、酸素分圧が比較的高いところではヘモグロビンに比べて著しく運搬能力が低下する。

【配点のめやす】 41 点

問 1 3 点

問 2 3 点

「浸透圧の差を小さくしようとして、水が赤血球内部に移動した結果、細胞膜が破れる」ことが説明できていれば可。

問 3 2 点(オレイン酸 1 点, グリセロール 1 点)

問 4 1 点

問 5 1 点

問 6 2 点

問 7 1 点

問 8 4 点

正しく 2 つのグループに分けることができ 2 点(ミスを含むものは不可)

グループの性質について正しく述べられていて 2 点(各グループ 1 点)

電子配置・電子数などに触れていないものは性質について不可

問 9 3 点(元素およびその名称がともにできて各 1 点)

問 10 3 点(結合 1 点, 理由 2 点)

理由: 「 O_2 は非共有電子対をもつため、金属イオンと配位結合することができる」ことが述べられていれば可。

問 11 3 点

問 12 3 点

問 13 3 点

グラフの概ねの形が「解答」と合っていれば可。

変化が大きい $0 \sim 20\text{mmHg}$ では、4 箇所程度、 Y の計算値をプロットする。

問 14 3 点

問 15 3 点

問 16 3 点

・ミオグロビンは酸素分圧が急激に減少する組織内で酸素を効率よく運搬する。

・ミオグロビンは酸素分圧が比較的高い肺の中などでは運搬能力が高くない。

ことがまとめられて可。片方のみを書いたものは 1 点

【3】

解答・解説

問1 (イ) $7\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_{42}\text{H}_{72}\text{O}_{36}$

(答) $X=42, Y=72, Z=36$

(ロ) $n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - (n-1)\text{H}_2\text{O} = \text{H}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n\text{OH}$ であるが、デンプンやグリコーゲンの場合、分子量は非常に大きいので、末端を無視して考えてよい。

(答) $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$

問2 デンプンはヨウ素反応が濃青色のアミロースと、ヨウ素反応が赤紫色のアミロペクチンからなるため、反応開始直後は紫色に呈色している。加水分解によりヨウ素分子が吸着されて呈色するらせん構造が短くなると、次第に色が薄くなり赤褐色から褐色を経て、完全に加水分解されると無色になる。

問3 (ハ) 酸化銅(I)

(ニ) 生じた Cu_2O の物質量は

$$\frac{3.2}{143} = 2.23 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

1mol のアルデヒド基から 1mol の Cu_2O が生じるので、ある重合体の分子量は

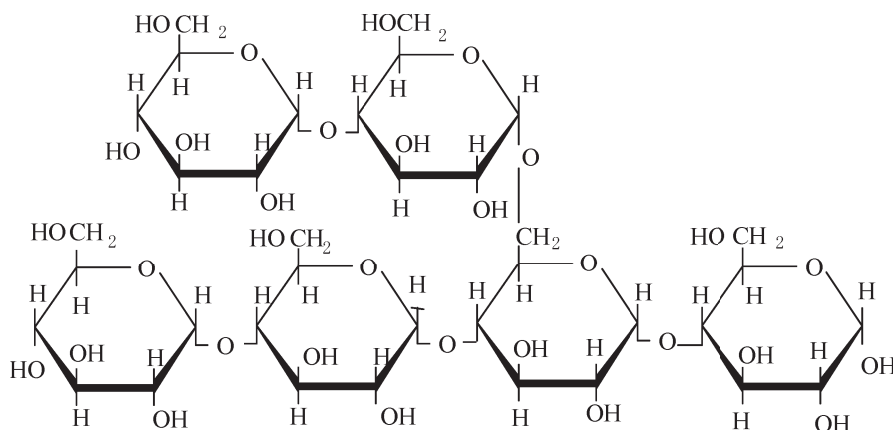
$$\frac{15}{2.23 \times 10^{-2}} = 672.6$$

問1のロより、途中に生じた重合体では n は小さくなっているのを、 $\text{H}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n\text{OH}$ と考えると

$$162n + 18 = 672.6 \quad \therefore n = 4.04$$

(答) 4個

(ホ) ※下図の六糖体からグルコース単位を2個はずしたものを2つ書けばよい。



問4 グリコーゲンの分子量は数百万と大きいので、求めた浸透圧が加水分解によって上昇した浸透圧とほぼ等しいと考える。肝臓1kgには7%つまり70gのグリコーゲンが含まれる。これが、すべて加水分解すると

$$\frac{70}{162} = 0.432 [\text{mol}]$$

のグルコースが生成する。肝細胞の密度は 1kg/L であることから、グルコースの濃度は 0.432mol/L とおくことができ、求める浸透圧は

$$0.432 \times (8.31 \times 10^3) \times 310 = 1.11 \times 10^6 [\text{Pa}]$$

(答) $1.1 \times 10^6 \text{Pa}$

問5 (へ) 分子量 486 万のグリコーゲンに含まれるグルコース単位は

$$\frac{4.86 \times 10^6}{162} = 3.00 \times 10^4$$

グリコーゲンではグルコース単位 10 個(これを 1 ユニットとする)ごとに枝わかれがある。1 ユニットでの末端は 2。さらにユニットを 2 つ追加すると、分岐と末端が 1 つずつ増える。

1 ユニット；末端 2

1 ユニット + 2 ユニット；末端 3

1 ユニット + 2 ユニット + 2 ユニット；末端 4 ……

ここで、1 分子内のグルコースの数を n 、1 ユニットのグルコースの数を N とすると

末端の数は $\frac{n-N}{2N} + 1$ で求められる。したがって、グリコーゲンの末端の数は

$$\frac{30000-10}{2 \times 10} + 1 = 1500.5$$

(答) 1501 個

(ト) アミロペクチンでは $N=25$ なので

$$1500 < \frac{n-25}{2 \times 25} + 1 \leq 1501 \quad \therefore 74975 < n \leq 75025$$

アミロペクチンの分子量 $M=162n$ より

$$1.214 \times 10^7 < 162n \leq 1.215 \times 10^7$$

(答) 1.2×10^7

【配点のめやす】 32 点

問1 イ 2 点 (X , Y , Z がすべてできて 2 点)

ロ 2 点

$\text{H}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n\text{OH}$ と末端を考慮してもよい。

問2 3 点

最初紫色であることが書けて 1 点。

加水分解が進むとともに色が薄くなり、最終的に無色になることが述べられてさらに 2 点。

問3 ハ 2 点

ニ 3 点

ホ 8 点 (各 4 点)

問4 4 点

問5 へ 4 点

ト 4 点



会員番号		氏 名	
------	--	-----	--