

『バイオサイエンスのための基礎化学』 7章練習問題 解答

1. a. $4.8 \times 3 \times 6.02 \times 10^{23} = 86.688 \times 10^{23} \doteq 8.7 \times 10^{24}$
 b. $3.60 \div 180.0 \times 6 \times 6.02 \times 10^{23} = 0.7224 \times 10^{23} \doteq 7.22 \times 10^{22}$
2. a. $8.1 \times 10^{24} \times 6 \div (6.02 \times 10^{23}) \doteq 8.07 \times 10^1 \doteq 8.1 \times 10^1 \text{ mol}$ または 81 mol
 b. $64.2 \times 1.84 \times 0.98 \div 98.1 \times 4 \doteq 4.72 \doteq 4.7 \times 10^0 \text{ mol}$ または 4.7 mol
 c. $7.2 \div 22.4 \times 2 \doteq 0.642 \doteq 6.4 \times 10^{-1} \text{ mol}$ または 0.64 mol
3. a. $3.05 \times 22.4 = 68.32 \doteq 6.83 \times 10^1 \text{ L}$ または 68.3 L
 b. $2.85 \div 30.0 \times 22.4 = 2.128 \doteq 2.13 \times 10^0 \text{ L}$ または 2.13 L
4. a. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
 b. 化学反応式から各物質のモル比を求めると
 グルコース：二酸化炭素：エタノール＝1：2：2
 ここから二酸化炭素の物質量を求めると $5.60 \div 22.4 = 0.250 \text{ mol}$
 反応の係数比からエタノールの物質量は等しく、グルコースの物質量は $0.25 \div 2 = 0.125 \text{ mol}$ となるので、
 これに分子質量を乗じて
 エタノール： $46.0 \times 0.250 = 11.5 \text{ g}$
 グルコース： $180.0 \times 0.125 = 22.5 \text{ g}$
 c. エタノールを物質量（モル数）に換算すると $16.1 \div 46.0 = 0.350 \text{ mol}$
 化学反応の係数比から
 二酸化炭素： $0.350 \times 22.4 = 7.84 \text{ L}$
 グルコース： $0.350 \div 2 \times 180.0 = 31.5 \text{ g}$
5. a. $(250 \times 0.0500) \div (250 - 75.0) \doteq 7.14 \doteq 7.14 \times 10^0\%$ または 7.14%
 b. $(250 \times 0.0500 + 75.0) \div (250 + 75) \times 100 \doteq 26.92 \doteq 2.69 \times 10^1\%$ または 26.9%
6. $400 \times 10^{-6} \times 10^3 = 0.400 \text{ mL}$
7. 呼気 1 L に含まれるエタノールガスの体積 (m^3) を求めると
 $0.15 \text{ mg} \div 10^3 (\text{mg} \rightarrow \text{g}) \div 46 \text{ g/mol} \times 22.4 \text{ L} \times 10^3 (\text{L} \rightarrow \text{mL}) = 0.073 \text{ mL}$
 これを 1L あたりの ppm にすると
 $0.073 \text{ mL} \div 10^3 \text{ mL} \times 10^6 (\text{割合} \rightarrow \text{ppm}) = 73.04 \doteq 73 \text{ ppm}$
 同様に計算して
 $0.25 \div 46 \times 22.4 \div 10^3 \times 10^6 \doteq 121.73 \doteq 120 \text{ ppm}$
 次のように計算してもよい.

$$0.25 \div 0.15 \times 73.04 \div 121.73 \div 120 \text{ ppm}$$

したがって呼気中のアルコール濃度が 73 ppm 以上 120 ppm 未満は酒気帯び運転, 120 ppm 以上は酒酔い運転である.

8. a. 硫酸は 2 価の強酸なので, 水素イオン濃度はモル濃度の 2 倍になる.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0.0250 \times 2) = -\log 0.05 = -\log(5 \times 10^{-2}) = -0.699 + 2 = 1.301 \div 1.30$$

- b. a と同様に求めると

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0.0250 = -\log(5^2 \times 10^{-3}) = -2\log 5 + 3 = -1.398 + 3 = 1.602$$

ここで $\text{pH} + \text{pOH} = 14.0$ なので

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14.0 - 1.602 = 12.398 \div 12.4$$

9. a. 解離式: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$$K_b = [\text{OH}^-][\text{NH}_4^+] \div [\text{NH}_3]$$

$$\text{pOH} = -1/2(\log c - \text{p}K_b) = -1/2(\log 0.20 - 4.75) = -1/2\{\log(2.0 \times 10^{-1}) - 4.75\}$$

$$= -1/2(0.301 - 1 - 4.75) = 2.7245$$

$$\text{pH} = 14.0 - 2.7245 = 11.2755 \div 11.3$$

- b. 解離式: $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^- \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$

$$K_a = [\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}] \div [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$$

$$\text{pH} = -1/2(\log c - \text{p}K_a) = -1/2(\log 0.080 - 6.86) = -1/2\{\log(2^3 \times 10^{-2}) - 6.86\}$$

$$= -1/2(3 \times \log 2 - 2 - 6.86) = -1/2(0.903 - 2 - 6.86) = 3.979 \div 4.0$$

10. 弱酸水溶液の pH, 解離定数, $[\text{A}^-]$, $[\text{HA}]$ は次の式で表される.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log([\text{A}^-]/[\text{HA}])$$

共役塩基の $[\text{A}^-]$ は, 添加した NaOH と同モル濃度で生じるので

$$[\text{HA}] + [\text{A}^-] = 0.1 \text{ M}$$

$[\text{HA}] = 0.100 - [\text{A}^-]$, $\text{pH} = 5.20$, $\text{p}K_a = 4.76$ を一番上の式に代入すると

$$5.20 = 4.76 + \log\{[\text{A}^-]/(0.100 - [\text{A}^-])\}$$

これを $[\text{A}^-]$ について解くと

$$\log\{[\text{A}^-]/(0.100 - [\text{A}^-])\} = 0.46$$

$$[\text{A}^-]/(0.100 - [\text{A}^-]) = 10^{0.46} \div 2.754$$

$$[\text{A}^-] = 0.100 \times 2.754 / (1 + 2.754) \div 0.0734 \text{ M}$$

ここで 0.200 M の酢酸溶液 200 mL から 0.100 M の緩衝液を調製するので, 全容量は 400 mL である. X mL の 2.00 M NaOH を 0.0734 M になるように添加すると, 次の式が成り立つ.

$$2.00 \text{ M} \times X \text{ mL} \div 400 \text{ mL} = 0.0734 \text{ M}$$

$$X \text{ mL} = 14.7 \text{ mL}$$

加えるべき水の量は $200 - 14.7 = 185.3$ mL

11. 弱酸水溶液の pH, 解離定数, $[A^-]$, $[HA]$ は次の式で表される.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log([A^-]/[HA])$$

リン酸二水素一ナトリウムについては

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log([\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-])$$

17 と同様に, $[\text{HPO}_4^{2-}] = 0.100 - [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$, $\text{pH} = 7.00$, $\text{p}K_a = 6.86$ を代入すると

$$6.50 = 6.86 + \log\{[\text{HPO}_4^{2-}]/(0.1 - [\text{HPO}_4^{2-}])\}$$

これを $[\text{HPO}_4^{2-}]$ について解くと

$$[\text{HPO}_4^{2-}]/(0.100 - [\text{HPO}_4^{2-}]) = 10^{0.14} \doteq 1.380$$

$$[\text{HPO}_4^{2-}] = 0.100 \times 1.380 / (1 + 1.380) \doteq 0.0580 \text{ M}$$

ここで, 調製する緩衝液の全容量は 1000 mL なので, NaHPO_4 は 0.1 mol, NaOH は 0.058 mol 秤量して全量を 1000 mL とすればよい.

$$\text{NaHPO}_4 : 120.0 \times 0.1 = 12.0 \text{ g}$$

$$\text{NaOH} : 40.0 \times 0.058 = 2.32 \text{ g}$$