

Visto che devo determinare il tempo del ciclo di ossigenazione applico l'equazione whole body temperature.

$$p_{out} = p_{in} \exp \frac{O_B (1-B) t}{V}$$

$$p_{out} = 104 \text{ mmHg}$$

$$p_{in} = 40 \text{ mmHg}$$

$$O_B = 250 \frac{\text{ml}}{\text{min}} = 250 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

$$V = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$B = \exp \left( -\frac{KA}{O_B} \right)$$

Calcolo B

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{200} \frac{\text{cm}}{\text{min}} \quad A = 1 \text{ m}^2$$

$$B = e^{-\frac{KA}{O_B}} = \exp \left( -\frac{1}{200} \frac{\text{cm}}{\text{min}} \cdot \frac{10^4 \text{ cm}^2}{250 \text{ cm}^3} \cdot \text{min} \right) = \exp \left( -\frac{10^6}{5 \cdot 10^4} \right) \approx 0.81$$

$$t = \frac{V}{O_B(1-B)} \ln \frac{p_{out}}{p_{in}} = \frac{5000 \text{ ml}}{250 \text{ ml}} \cdot \text{min} \cdot \frac{1}{0.18} \ln \left( \frac{104 \text{ mmHg}}{40 \text{ mmHg}} \right) \approx 107 \text{ min}$$

b) Calcolo lo spessore ottimale, che per un ossigenatore a forca piena e parallelo coincide col valore massimo del fronte di ossigenato che si può avere

$$Z = \sqrt{\frac{2D C_S t}{[Hb]}} \Rightarrow \text{so che per la legge di Henry } P = KC$$

$$D = 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}}$$

$$C_S = \frac{P}{K} = \frac{\text{la concentrazione di } O_2 \text{ che misuro}}{K} = \frac{69 \text{ mmHg}_{\text{atm}}}{4.34 \cdot 10^4 \text{ l/mol}}$$

Is so de 1 atm = 760 mmHg  $\rightarrow$  64 mmHg = 0.08 atm. (2)

Sostituisco i valori

$$Z = \sqrt{2 \cdot \left(1.2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}}\right) \cdot \left(\frac{0.08 \text{ atm}}{4.34 \cdot 10^4 \text{ l} \cdot \text{atm}} \cdot \text{moli}\right) \cdot \left(10^7 \cdot 60 \text{ sec}\right) \cdot \frac{1}{10^3 \text{ moli}}}$$

$$= \sqrt{2 \cdot \left(1.2 \cdot 10^{-5}\right) \cdot \left(0.018 \cdot 10^{-4}\right) \cdot (6470) \cdot 10^2 \text{ cm}^2 =}$$

$$= \sqrt{277.344 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2} = 5.27 \cdot 10^{-3} \text{ cm} = 52.7 \mu\text{m}$$

(C) Per calcolare lo spessore di membrana so che

$$R = \frac{J}{D} \Rightarrow J = R \cdot D = 200 \frac{\text{moli}}{\text{cm}} \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{cm}}{\text{sec}} =$$

$$J = 200 \cdot 60 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 0.144 \text{ cm} = 1.44 \text{ mm}$$

Esercizio n° 2.

a)  $E = 0.85$   $Q_b = 100 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$   $K = 100 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$

So de per un sistema in co-currente  $E = \frac{1 - \exp[-N_T(1+z)]}{1+z}$

dove  $z = \frac{Q_B}{Q_D}$  me essendo  $Q_D \gg Q_B$   $z \approx 0$

$E = 1 - \exp^{-N_T}$  dove  $N_T = \frac{KA}{Q_D}$

(3)

$$F = 1 - \exp(-N_T) \Rightarrow \exp(-N_T) = 1 - F \Rightarrow -N_T = \ln(1 - F)$$

$$N_T = \frac{KA}{Q_B} = -\ln(1 - F) \Rightarrow A = -\frac{Q_B}{K} \ln(1 - F) = 100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1}{100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}} \ln(1 - F)$$

$$A = 1.89 \text{ cm}^2.$$

b)  $F = 0.7$  la max fumare in A è  $A = -\frac{Q_B}{K} \ln(1 - F)$

poiché il sistema deve estrarre il maggior quantitativo di nicotina.

$$Q_d \gg Q_B \Rightarrow Q_d \gg 100 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$$

per avere area maxime  $K$  deve essere minimo, in questo caso  $K = \phi$

ma  $K = \phi$  varrebbe dire  $R = \infty = \frac{L}{D}$  quindi o spessore infinito o

$D = \phi$ , quindi poiché ciò non è possibile sapendo che mediamente i valori di  $D$  oscillano tra  $10^{-4}$  e  $10^{-5} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$  si sarà al massimo del dim.

$$\text{così } R = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} \approx 10^{-1} \Rightarrow K = \frac{1}{R} \approx 10$$

c) Applico l'equazione whole body per sapere la concentrazione finale

$$C_{B0} = C_{Bi} e^{-\frac{KA}{Q_B}} = 100 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot \exp\left(-100 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1.89 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}^3} \cdot \frac{\text{min}}{\text{cm}^3}\right) =$$

~~concentrazione~~  $C_{B0} = 100 \cdot \exp(-1.89) \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 15.4 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$

d) applico sempre l'equazione whole body per calcolare l'area.

$$C_{B0} = C_{Bi} e^{-\frac{KA}{Q_B}} \Rightarrow -\frac{KA}{Q_B} = \ln \frac{C_{B0}}{C_{Bi}} \Rightarrow A = -\frac{Q_B}{K} \ln \frac{C_{B0}}{C_{Bi}}$$

$$A = -100 \frac{\text{cm}^3}{\text{mm}} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{cm}} \cdot \frac{1}{100} \ln \left( 10^{-3} \frac{\text{mg}}{\text{g}} \cdot \frac{\text{g}}{\text{mg}} \cdot \frac{1}{100} \right) = -\ln(10^{-5}) \text{ cm}^2 \quad (4)$$

$$A = 11.5 \text{ cm}^2.$$

### Esercizio 3

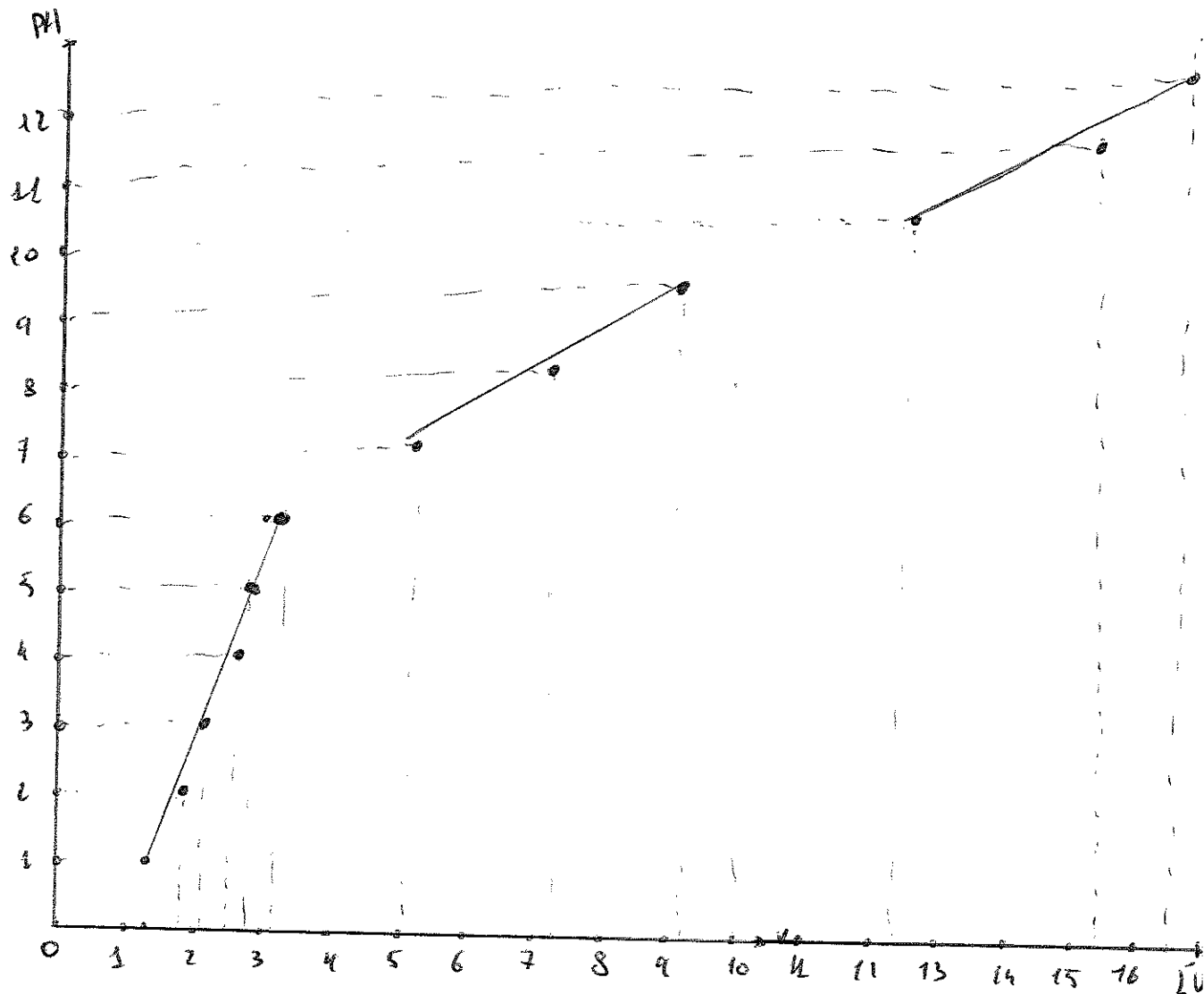
So che l'uptake di ossigeno è  $250 \frac{\text{ml}}{\text{min}}$ .

a) In 3 minuti dovrai avere 750 ml di ossigeno per sopravvivere, diviso per il numero di respiri in 3 minuti, cioè per 36 respiri dovrai avere un passaggio di  $\frac{750}{36} = 20.8 \text{ ml}$  di ossigeno per metro quadrato che cioè un uomo e quindi il volume che peso di ossigeno è inferiore a 20.8 ml, che rappresenta ~~alla~~ al volume <sup>inspirato</sup> ~~respirato~~ mi dà la percentuale di ossigeno presente nell'aria cioè  $\% O_2 < \frac{20.8 \text{ ml}}{500 \text{ ml}} \cdot 100 = 4.16\%$ .

b) per sopravvivere un'ora, vuol dire che ogni minuto o litello che ho 70 ml di  $O_2$  per ogni respiro, quindi 840 ml il minuto per 1, respiri. Se la  $\%$  di  $O_2$  è  $< 4.16\%$ , prendendolo 4%, vuol dire che per ogni boccata a livello d'acqua dei 350 ml, 14 ml peso di ossigeno, quindi la frequenza respiratoria è  $f = \frac{840 \text{ ml}}{14 \text{ ml}} = 60 \text{ respiri al minuto}$ .

Esercizio n° 4.

Disegno lo curve



a) Per determinare il range di miscelabilità devo verificare che

$$pH = aV + b.$$

Dal grafico noto che ci sono 3 regimi di linearità possibile.

1° regime  $1 \leq pH \leq 6$

2° regime  $7 \leq pH \leq 9$

3° regime  $10 \leq pH \leq 12$ .

b) mi calcolo la retta dello xando regime.

$$7 = a \cdot 5.1 + b$$

$$\Rightarrow b = 7 - 5.1a$$

$$9 = a \cdot 9.2 + b$$

$$9 = 7 - 5.1a + 9.2a \Rightarrow a = 0.488$$

$$b = 4.511$$

⑥

In base alla rete ottenuta per  $\text{pH} = 7.4$  ho che

$$7.4 = 0.488 V_1 + 4.511 \quad \Rightarrow V_1 = 5.1 \text{ V.}$$

In base all'equazione di Nernst

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln a$$

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$$

$$F = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

$$z = 1$$

$$E_0 = 1 \text{ V}$$

$$T = 273 + 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$$

$$a = [\text{H}^+]$$

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} 2.34 \text{ pH}$$

$$\Rightarrow E = 1 + 8.314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot \frac{(300)\text{K} (2.34)}{96485 \text{ C}}$$

$$E_t = \left[ 1 + \frac{8.314 \cdot 300 \cdot 2.34 \cdot 7.4}{96485} \right] \cdot \text{V} = 1.44 = V_t.$$

$$\Delta E = V_t - V_1 = 1.44 - 5.1 = -3.66 \text{ V.}$$

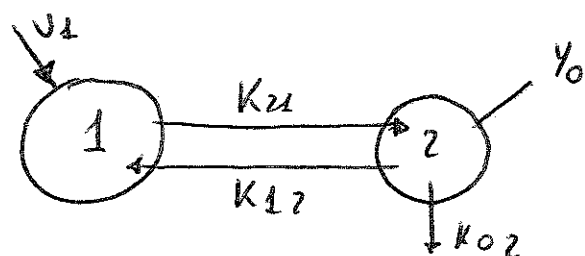
c) se considero  $E_t = 1.44$  mi calcolo il pH.

$$E_t = E_0 + \frac{RT}{F} \cdot 2.34 \text{ pH} \quad \Rightarrow \text{pH} = \frac{(E_t - E_0) \cdot F}{2.34 RT} = 7.4.$$

ma se lo ripeto sulle rete.

$$\text{pH} = 0 \text{ V} + b \quad \Rightarrow \text{pH} = 0.488 \cdot 1.44 + 4.511 = 5.2$$

che è fuori del range di linearità



$$\begin{cases} \dot{q}_1 = -K_{21} q_1 + K_{12} q_2 + u_1 \\ \dot{q}_2 = K_{21} q_1 - (K_{12} + K_{02}) q_2 \\ y = \frac{q_2}{V_2} \end{cases}$$

Espresso lo trasformo di Laplace.

$$\begin{cases} s Q_1 = -K_{21} Q_1 + K_{12} Q_2 + U_1 \\ s Q_2 = K_{21} Q_1 - (K_{12} + K_{02}) Q_2 \\ Y = \frac{Q_2}{V_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_1 (s + K_{21}) = K_{12} Q_2 + U_1 \\ s Q_2 = K_{21} Q_1 - (K_{12} + K_{02}) Q_2 \\ Y = \frac{Q_2}{V_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_1 = \frac{K_{12} Q_2 + U_1}{s + K_{21}} \\ s Q_2 = K_{21} Q_1 - (K_{12} + K_{02}) Q_2 \\ Y = \frac{Q_2}{V_2} \end{cases}$$

(8)

Sostituisco (\*) in (\*\*)

$$S Q_1 = \frac{k_{21} k_{12} Q_2}{S + k_{21}} - (k_{12} + k_{01}) Q_1 + \frac{U_1 k_{21}}{(S + k_{21})}$$

$$S \neq -k_{21}$$

$$Q_1 = \left[ S(S + k_{21}) - k_{21} \cdot k_{12} + (S + k_{21})(k_{12} + k_{01}) \right] \cdot U_1 k_{21}$$

$$Q_2 [S^2 + S(k_{21} + k_{12} + k_{01}) + k_{21} k_{01}] = U_1 k_{21}$$

$$Q_1 = \frac{U_1 k_{21}}{S^2 + S(k_{21} + k_{12} + k_{01}) + k_{21} k_{01}}$$

$$Y = \frac{U_2 k_{21}}{S^2 + S(k_{21} + k_{12} + k_{01}) + k_{21} k_{01}} \cdot \frac{1}{V_1}$$

Funzione di trasferimento  $H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{V_1} \frac{k_{21}}{S^2 + S(k_{21} + k_{12} + k_{01}) + k_{21} k_{01}}$

$$H(s) = \frac{B_1}{S^2 + d_2 S + d_1}$$

$$\begin{cases} B_1 = \frac{k_{21}}{V_1} \\ d_2 = k_{21} + k_{12} + k_{01} \\ d_1 = k_{21} k_{01} \end{cases}$$

$$V_1 = V_{nob} = 1.5 \text{ l.}$$



9

$$\begin{cases} K_{21} = \beta_1 V_{nob} \\ K_{02} = \frac{\alpha_1}{\beta_1 V_{nob}} \\ K_{11} = \alpha_1 - \beta_1 V_{nob} - \frac{\alpha_1}{\beta_1 V_{nob}} \\ V_1 = V_{nob} \end{cases}$$

Il deuterio è un isotopo stabile. Le quantità di sostanze mesurate può essere valutate con lo spettrometro di massa.