
Utilització de sensors oxigen i diòxid de carboni en l'estudi de processos de respiració, fotosíntesi i fermentació.

Fina Guitart, Sílvia Lope
CESIRE Departament d'Ensenyament

fguitart3@xtec.cat
slope@xtec.cat

C*

CRP Gironès, novembre de 2017

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Objectius:

- * Presentar l'equipament de Vernier "kit sensors O2 i CO2"
- * Familiaritzar-se amb l'ús de l'equipament
- * Presentar idees d'activitats d'aula per investigar les concentracions d'aquests gasos a l'aire, amb mirada química, en processos biològics com la respiració animal i vegetal, la fotosíntesi i la fermentació alcohòlica dels sucres

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

L'equipament

Volum total de la [BioChamber 2000](#) és de 2060 ml.

Volum desplaçat pel sensor de gas O_2 quan s'introdueix en la BioChamber és de 15 ml.

Volum desplaçat pel sensor de gas de CO_2 quan s'introdueix en el BioChamber és de 35 ml.



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Precisió i resolució dels sensors de O_2 i de CO_2

	Sensor de CO_2	Sensor de O_2
Precisió (màxim error esperat)	<ul style="list-style-type: none"> Precisió en low range: <ul style="list-style-type: none"> De 0 a 1.000 ppm : ± 100 ppm = $\pm 0,1$ ppt Precisió en high range <ul style="list-style-type: none"> De 1.000 a 10.000 ppm : $\pm 10\%$ de la lectura. 	<ul style="list-style-type: none"> Precisió de $\pm 1\%$ del volum d' O_2. Per tant, per una concentració del 20% de O_2 la precisió serà: $\pm 0,2\% = \pm 2$ ppt = ± 2.000 ppm
Resolució (canvi que és capaç d'apreciar el sensor)	<ul style="list-style-type: none"> De 0 a 10.000 ppm de CO_2: 3 ppm De 0 a 100.000 ppm de CO_2: 30 ppm 	0,01% = 0,1 ppt = 100 ppm

Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Sobre l'ús dels sensors

Sensor de CO₂:

- * Cal iniciar el sensor de gas de CO₂ durant uns 90 segons abans de recollir dades de l'experiència ..
- * El sensor de gas de CO₂ és sensible a l'alta humitat. No l'utilitzeu en un ambient de condensació.
- * El sensor de gas de CO₂ és una mica sensible als canvis de temperatura. En la majoria dels casos, les variacions en les lectures de CO₂ degudes als canvis de temperatura són reduïdes . El sensor està dissenyat per funcionar entre 20 i 30 ° C
- * El sensor de gas de CO₂ actualitza la seva lectura cada segon, però els canvis típics en els experiments són tan graduals que la velocitat de mostreig recomanada és de 4 segons per mostra o més lent.
- * Com que el sensor funciona sobre la base de la lectura de la radiació IR, haureu d'evitar utilitzar el sensor a la llum solar directa tant com sigui possible. Encara que el detector d'IR està protegit, el millor és evitar l'exposició directa a la llum solar quan s'utilitza a l'aire lliure.

Sobre l'ús dels sensors

Sensor de O₂

- * El sensor de gas Vernier O₂ mesura la concentració d'oxigen en el rang del 0 al 27% mitjançant una cèl·lula electroquímica. La cèl·lula conté un ànode de plom i un càtode d'or immergit en un electròlit. Les molècules d'oxigen que entren a la cèl·lula es redueixen electroquímicament al càtode d'or. Aquesta reacció electroquímica genera un corrent que és proporcional a la concentració d'oxigen entre els elèctrodes. La sortida del sensor és una tensió proporcional al corrent de reacció.
- * **Important:** El sensor de gas O₂ s'ha d'emmagatzemar en posició vertical quan no s'utilitza. Això és necessari per mantenir-lo. Si no s'emmagatzema verticalment es reduirà la vida del sensor.
- * A mesura que envelleix el sensor d' O₂ , les lectures disminuiran. Això és normal, ja que els productes químics de la cèl·lula electroquímica s'esgoten. Això no vol dir que el sensor ja no funcioni, sinó que simplement requereix que realitzeu un calibratge i emmagatzemeu-lo tal com s'ha descrit anteriorment. Una vegada que les lectures a l'aire estiguin per sota del 12% abans de la calibració, o 1,8 volts durant la calibració, el sensor s'ha de reemplaçar.

Practicant amb els sensors

**Tasca: Respiració en vegetals mantinguts a la foscor.
Obtenir dades de consum d' O₂ i de CO₂**



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Practicant amb els sensors

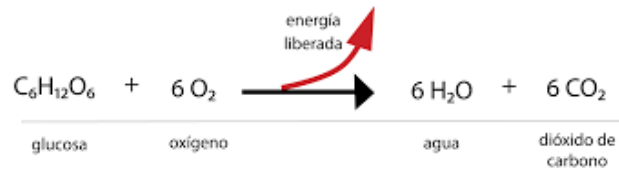
**Tasca: Respiració en vegetals mantinguts a la foscor.
Obtenir dades de consum d' O₂ i de CO₂**

Proveu a fer les següents accions

- * Programar la captura de dades (temps total i freqüència de les captures)
- * Canviar unitats del sensor
- * Autoescalar la gràfica
- * Guardar diferents series de dades en el mateix arxiu
- * Fes ajusts lineals de la gràfica sencera o d'algun tram
- * ...

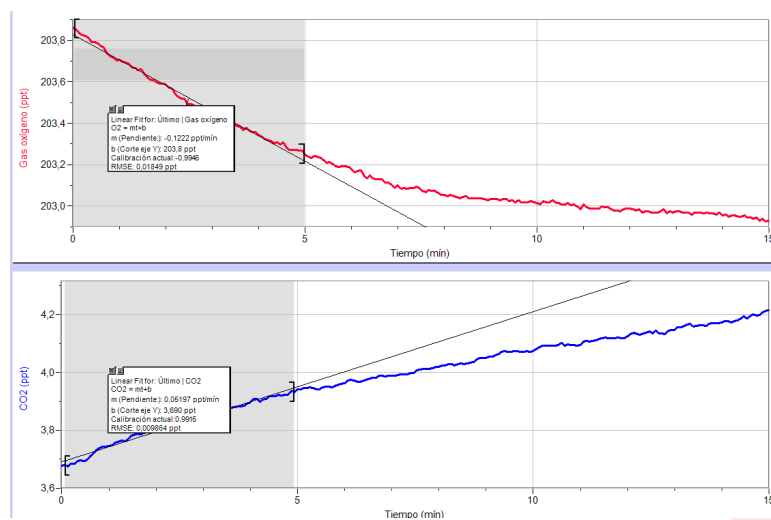
Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Què esperàvem? Què ha passat? Per què?



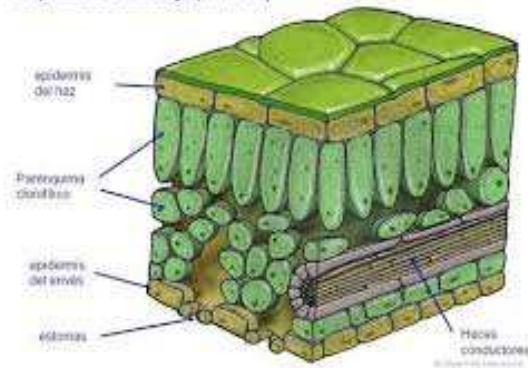
Variacions de O₂ i de CO₂ en espinacs mantinguts a la foscor

$$\text{CO}_2 / \text{O}_2 = 0,052 \text{ ppm/min} / 0,12 \text{ ppm/min} = 0,43$$



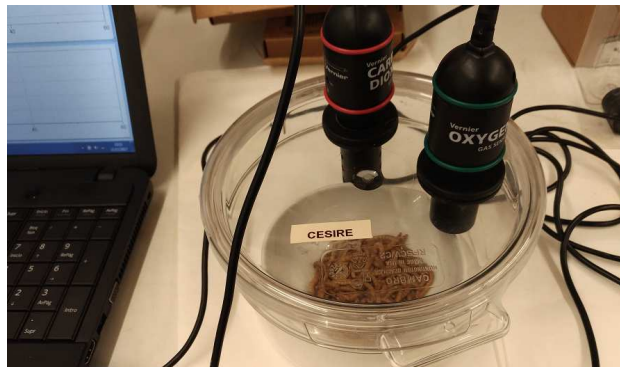
Respiració en plantes

Esquema 3D de una hoja (MO X 400)



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

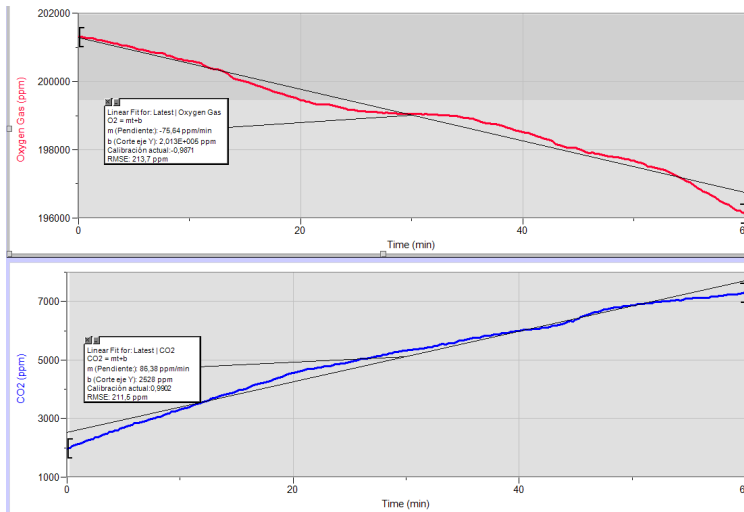
Variacions de O₂ i de CO₂ en 28g de cucs de la farina



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Variacions de O₂ i de CO₂ en 28g de cucs de la farina

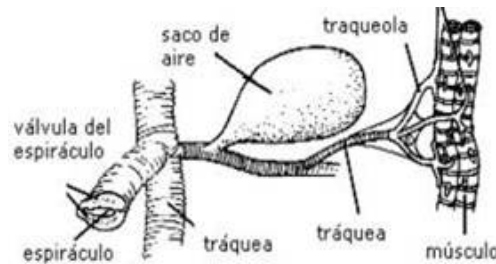
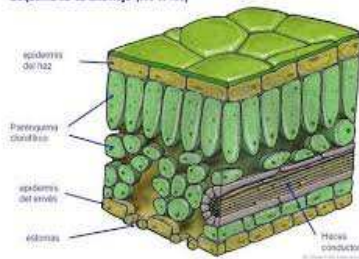
$$CO_2 / O_2 = 86,38 \text{ ppm/min} / 75,64 \text{ ppm/min} = 1,14$$



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Respiració en plantes i animals

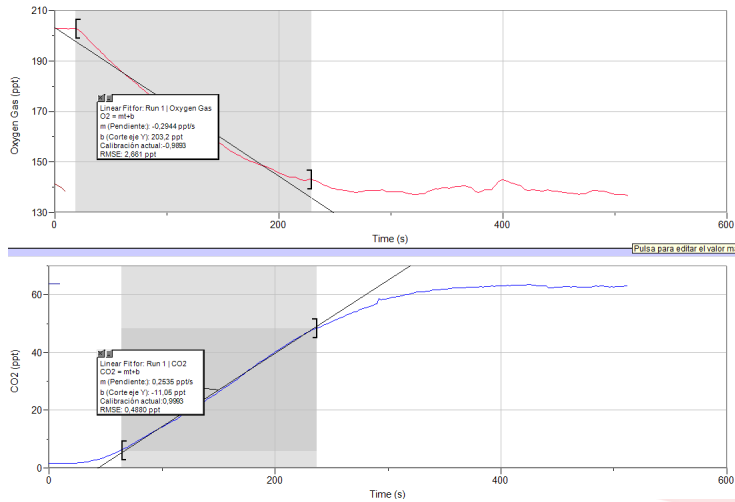
Esquema 3D de una hoja (MO X 400)



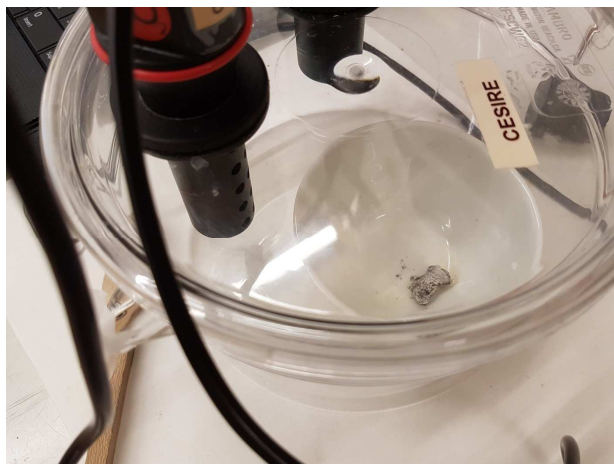
Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Combustió de carbó

$$\text{CO}_2 / \text{O}_2 = 259 \text{ ppm/min} / 294 \text{ ppm/min} = 0,88$$



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Algunes propostes d'activitats

Activitat 1

És dolent dormir amb plantes a
l'habitació?

Investigant sobre la fotosíntesi i la respiració

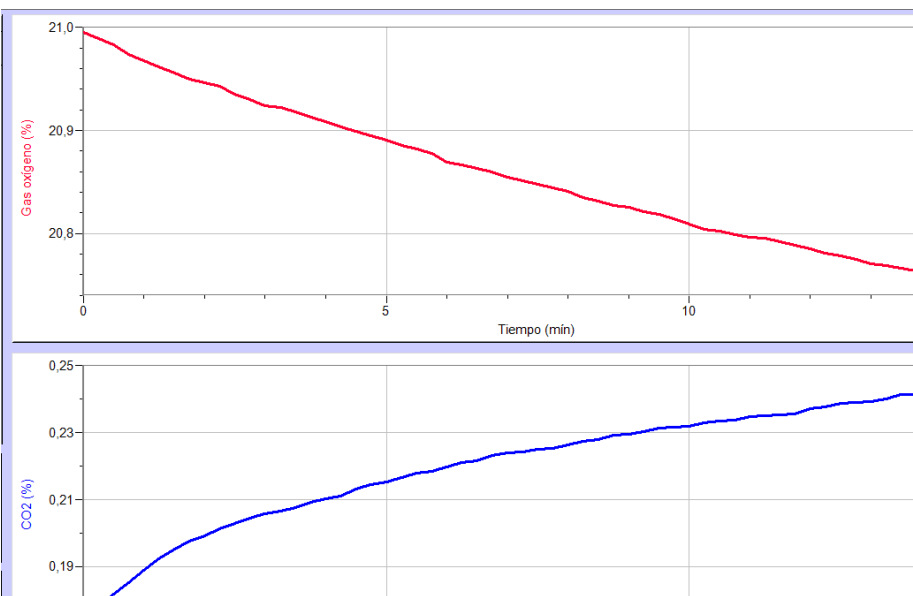


Què podem fer amb aquest material?



Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Dades respiració

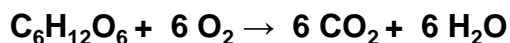


Generalitat de Catalunya
Departament d'Ensenyament

Càlcul de la taxa de respiració:

- * Taxa de respiració: Valor del pendent obtingut a partir de l'ajust lineal en el gràfic de l'oxigen:

-0,02657%O₂/min



Quant oxigen consumeix una planta al llarg de la nit?



- * Pendent -0,02533% O₂/min
- * Per a cada minut: (0,02533 L O₂ / 100 L aire) · 2 L aire = 5,07 · 10⁻⁴ L O₂
- * És a dir 5,07 · 10⁻⁴ L O₂ / min
- * Consum d'oxigen durant 10 h (600 min):
(5,07 · 10⁻⁴ L O₂ / min) · 600 min = 0,304 L O₂
- * Densitat de l'oxigen a 25°C i 1 atm 1,331 kg/m³
(1,331 g/L)
- * 0,304 L O₂ (1,331 g/L) = 0,405 g O₂

Si dormim amb una planta, al cap de quant temps començaríem a tenir problemes?

- * En una habitació de 20 m³ hi ha 4200 L O₂
- * Quan la concentració d'oxigen a l'aire arribi al 10% (V/V) contindrà uns 2000 L d'O₂. 20.000 L aire (10 L O₂ / 100 L aire) = 2.000 L O₂
4200 L – 2000 L = 2200 L
2200 / 5,07 · 10⁻⁴ L/min (1 dia/ 1440 min) = **3013 dies aprox.**



Si dormim amb una altra persona, al cap de quant temps començaríem a tenir problemes?

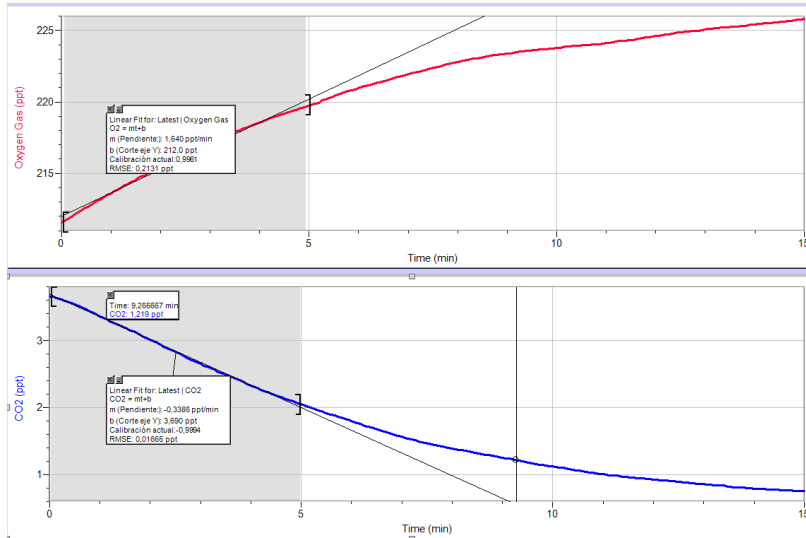
- * El consum d'oxigen d'un cos humà en repòs és de 3,5 mL/kg.min, per tant, una persona d'uns 70Kg consumirà uns 0,245 L/min.
- * En una habitació de 20 m³ hi ha 4200 L O₂
- * Quan la concentració d'oxigen a l'aire arribi al 10% (V/V) contindrà uns 2000 L d'O₂. 20.000 L aire (10 L O₂ / 100 L aire) = 2.000 L O₂

$$2200 / 0,245 \text{ L/min (1 dia/ 1440 min)} = \mathbf{6 \text{ dies aprox.}}$$



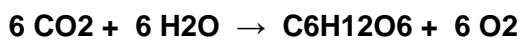
Fotosíntesi: Quan oxigen produeix una planta?

$$\text{CO}_2 / \text{O}_2 = 0,33 \text{ ppm/min} / 1,61 \text{ ppm/min} = 0,20$$

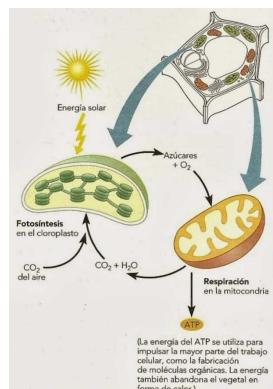


Generalitat de Catalunya
 Departament d'Ensenyament

Càlcul dels mg de matèria orgànica produïts per minut



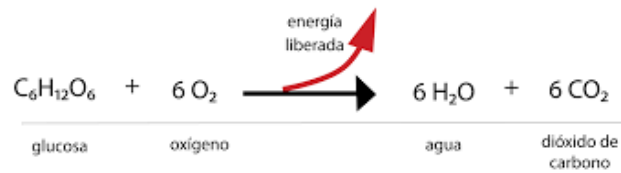
Es formen 30 mg de matèria orgànica per cada 32 mg de oxigen després.



La producció de matèria orgànica calculada és bruta o neta? Per què?

Generalitat de Catalunya
 Departament d'Ensenyament

Reaccions químiques



FOTOSÍNTESIS



RESPIRACIÓN



Reaccions químiques

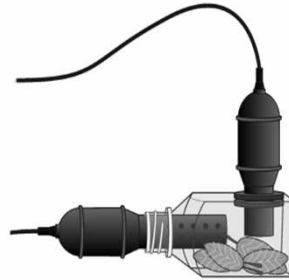
Ecuación química global de la fotosíntesis



Factors que modifiquen la taxa de producció o consum d'oxigen

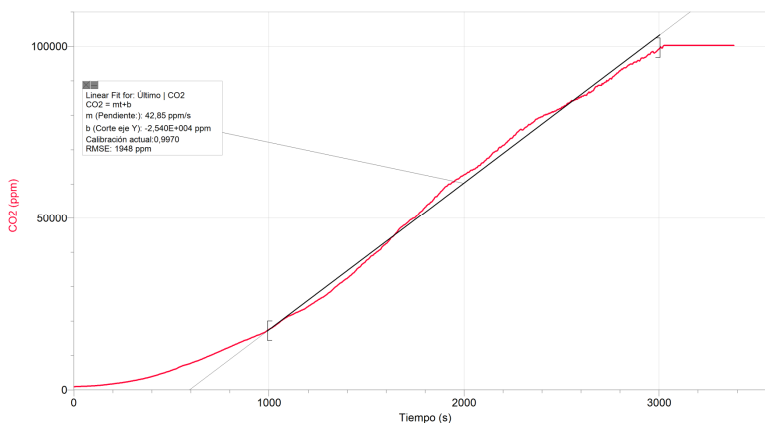
Indiqueu 5 factors que creieu que podrien influir en la taxa de producció o consum d'oxigen en les fulles. Expliqueu com creieu que afectarà cadascun d'aquests factors a la taxa

Utilitzeu aquest mateix equipament per investigar com influeix algun dels factors que heu indicat en la pregunta anterior.



- * Escriviu la vostra hipòtesi.
- * Indiqueu quines són la variable independent i la variable dependent en la vostra experiència
- * Dissenyu acuradament una experiència i, abans de dur-la a terme, consulteu amb el vostre professor/a.

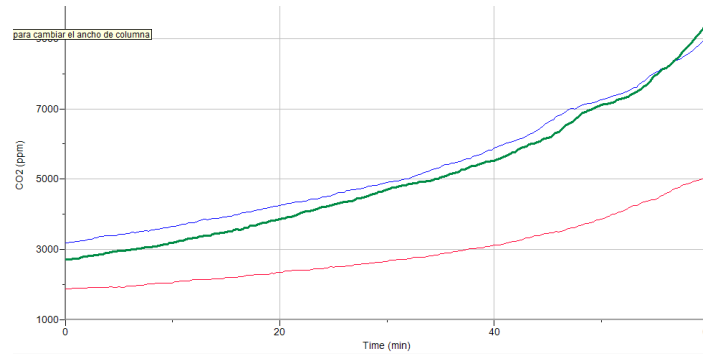
Fermentació



Procediment

Solució de glucosa: 1g glucosa/L d'aigua destil·lada
 50 ml d'aquesta solució en el recipient de 250 ml
 4,6 g de llevat liofilitzat marca "Vahiné" (1 sobre) i agitem
 Captació de 3600s (1 hores)

Fermentació



Exp. 2 Vermell: fructosa 1 g / llevat fresc 1 g / 100 mL aigua Es deixa 5 min abans captura dades.

Exp. 4 Verd: fructosa 2 g / llevat fresc 1 g / 100 mL aigua Es deixa 5 min abans captura dades.

Exp. 3 Blau: glucosa 1 g / llevat fresc 1 g / 100 mL aigua Es deixa 5 min abans captura dades.

Fermentació

En condicions de fermentació

Relació consum de glucosa i producció de CO₂

$$\begin{aligned}
 0,1 \text{ g de glucosa} \cdot \frac{1 \text{ mol de glucosa}}{180 \text{ g de glucosa}} \cdot \frac{2 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de glucosa}} \cdot \frac{44 \text{ g de CO}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} \\
 \cdot \frac{1 \text{ litre de CO}_2}{1,842 \text{ g de CO}_2} &= \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 44 \text{ litres de CO}_2}{180 \cdot 1,842} \\
 &= 0,026541 \text{ litres de CO}_2 \\
 \frac{0,026541 \text{ litres de CO}_2}{1,8 \text{ litres d'aire}} \cdot 10^6 &= 14.745,1 \text{ ppm de CO}_2
 \end{aligned}$$

En condicions de respiració aeròbica

Relació consum de glucosa i producció de CO₂

$$\begin{aligned}
 0,1 \text{ g de glucosa} \cdot \frac{1 \text{ mol de glucosa}}{180 \text{ g de glucosa}} \cdot \frac{6 \text{ mol de CO}_2}{1 \text{ mol de glucosa}} \cdot \frac{44 \text{ g de CO}_2}{1 \text{ mol de CO}_2} \\
 \cdot \frac{1 \text{ litre de CO}_2}{1,842 \text{ g de CO}_2} &= 0,07962 \text{ litres de CO}_2 \\
 \frac{0,07962 \text{ litres de CO}_2}{1,8 \text{ litres d'aire}} \cdot 10^6 &= 44.235,3 \text{ ppm de CO}_2
 \end{aligned}$$



Suggeriments d'activitats

I vosaltres, què faríeu?

- * Treballeu en grups i suggeriu activitats que es podrien realitzar amb aquests sensors

S suggeriments d'activitats

Moltes gràcies

Sílvia Lope
slope@xtex.cat

Fina Guitart
jguitar3@xtec.cat

