

MATEMATICA

Los siguientes contenidos son conceptos previos que el alumno deberá conocer al inicio del curso de Física Biológica, los cuales podrán ser evaluados durante la cursada.

VARIABLES y CONSTANTES

Las longitudes, áreas, volúmenes, pesos, etc., suelen designarse con el nombre de *magnitudes*. Así por ejemplo, son magnitudes: la longitud de una arteria, el área de una membrana, el volumen de un gas.

Aquellas magnitudes que pueden tomar diferentes valores reciben el nombre de *variables*. Pueden ser variables: la velocidad de difusión de una molécula, el trabajo efectuado por una máquina, el caudal de sangre que circula por un vaso sanguíneo.

En las funciones matemáticas, las magnitudes variables se representan mediante las letras **x, y, z** (en general, las últimas del alfabeto).

Las magnitudes que en una ecuación toman un solo valor reciben el nombre de *constantes*. Son constantes, por ejemplo: el calor específico, la velocidad de la luz en el vacío, la carga eléctrica de un electrón.

En las funciones matemáticas, las magnitudes constantes se representan mediante las letras **a, b, c...**(en general, las primeras del alfabeto).

Un ejemplo común en el que figuran variables y constantes es el siguiente: el volumen de una barra de hierro aumenta a medida que aumenta la temperatura (sin llegar a fusión). El volumen de la barra y la temperatura son magnitudes variables; el peso de la barra es, en este caso, una constante.

MAGNITUDES ESCALARES Y VECTORIALES

Las **magnitudes escalares** son aquellas que quedan totalmente determinadas dando un solo número real y una unidad de medida. Ejemplos de este tipo de magnitud son la longitud de un hilo, la masa de un cuerpo o el tiempo transcurrido entre dos sucesos. Se las puede representar mediante **segmentos** tomados sobre una recta a partir de un origen y de longitud igual al número real que indica su medida. Otros ejemplos de magnitudes escalares son la densidad; el volumen; el trabajo mecánico; la potencia; la temperatura.

A las **magnitudes vectoriales** no se las puede determinar completamente mediante un número real y una unidad de medida. Por ejemplo, para dar la velocidad de un móvil en un punto del espacio, además de su intensidad se debe indicar la dirección del movimiento (dada por la recta tangente a la trayectoria en cada punto) y el sentido de movimiento en esa dirección (dado por las dos posibles orientaciones de la recta). Al igual que con la velocidad ocurre con las fuerzas: sus efectos dependen no sólo de la intensidad sino también de las direcciones y sentidos en que actúan. Otros ejemplos de magnitudes vectoriales son la aceleración; el flujo; el gradiente de concentración. Para representarlas hay que tomar **segmentos orientados**, o sea, segmentos de recta cada uno de ellos determinado entre dos puntos extremos dados en un cierto orden.

FUNCION

Ocurre a menudo que dadas 2 variables x e y , existe entre ellas una dependencia, tal que variando una de ellas, por ejemplo x , varía la otra. Un valor particular de la segunda quedará así determinado cuando sea conocido el correspondiente valor particular de la primera. Ejemplo: la longitud de una circunferencia queda determinada por su diámetro, el alargamiento de un resorte depende del peso que soporta, el valor de la expresión $y = 4x^2 - 2x + 5$ depende del valor que se asigne a x .

Definición:

Se dice que “ y ” (variable dependiente) es función de “ x ” (variable independiente) y se escribe:

$$y = f(x) \quad \text{ó} \quad y = (x)$$

cuando a cada valor de x le corresponde uno (función uniforme) o varios (función multiforme) valores de y .

Función **LINEAL**: Es la que se expresa

$$\boxed{y = a x + b}$$

donde “ x ” es la variable independiente, “ y ” es la variable dependiente, siendo a y b dos constantes que reciben nombres particulares:

b = ordenada al origen

a = pendiente.

Si hacemos la representación gráfica de la función lineal se obtiene una recta.

Siempre el término b es el valor donde la recta corta el eje, por eso el nombre de *ordenada al origen*.

El valor de la pendiente se calcula:

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

La constante a la denominamos *pendiente* porque determina la inclinación de la recta.

Función **INVERSA** u **HOMOGRÁFICA**: La ecuación es:

$$y = \frac{a}{x}$$

Si hacemos la representación gráfica de la función nos da una *hipérbola*.

El eje x y el eje y son dos *asíntotas* de la hipérbola.

Función **EXPONENCIAL**: La ecuación general de la función exponencial es:

$$y = k \cdot a^{bx}$$

donde a , b y k son constantes.

De acuerdo al signo del exponente, la función exponencial será *creciente* (+) o *decreciente* (-).

MEDICIONES EXPERIMENTALES

El Proceso de Medición

La medición, como proceso, es un conjunto de actos experimentales dirigidos a determinar una magnitud física de modo cuantitativo, empleando los medios técnicos apropiados y en el que existe al menos un acto de observación. En toda medición interactúan entre sí tres sistemas, el instrumento de medición, el objeto observado y el objeto patrón.

La palabra magnitud está relacionada con el tamaño de las cosas y refleja todo aquello susceptible de aumentar o disminuir.

La cantidad que expresa el valor de una magnitud es su medida y se determina a través del proceso de medición, al valor numérico se le agrega la unidad de medida.

Las leyes de la naturaleza se expresan generalmente en forma matemática como relaciones entre magnitudes, estas relaciones son en esencia exactas, por ello se denominan ciencias exactas a las que expresan sus leyes a través de fórmulas, que no son más que ecuaciones exactas.

Una medición se expresa por medio de una cantidad numérica y la unidad de medida correspondiente a la magnitud dada. A cada magnitud le corresponden una o varias unidades. El desarrollo histórico de las ciencias manifiesta la tendencia a unificar los sistemas de unidades y a lograr la simplificación de sus conversiones. Hoy es universalmente aceptado el Sistema Internacional de Unidades, que a partir de siete magnitudes, denominadas fundamentales, deriva el conjunto conocido de unidades que expresan los valores de todas las magnitudes empleadas para caracterizar las propiedades de los objetos y

fenómenos de la naturaleza. Esta derivación se hace a partir de relaciones que se establecen de modo arbitrario o que responden a leyes físicas.

Exactitud y Precisión de las Mediciones.

Dado que el proceso de medición es una interacción, siempre se producen alteraciones tanto en el objeto de medición como en los medios de medición, en el ambiente y en el observador. Estas alteraciones en algunos casos pueden ser controladas y conocidas, se producen de modo sistemático y permiten elaborar factores de corrección o cotas de indeterminación.

Todo acto de medición es esencialmente inexacto y los valores obtenidos son números aproximados. El valor verdadero de una medición (X_0) siempre será desconocido para el observador. El propósito de una medición es el de obtener una aproximación al valor verdadero, que se denomina valor medido (m). La diferencia entre el valor verdadero y el valor medido es el error absoluto de la medición (Δx).

$$\Delta x = m - X_0$$

Como resultado de la medición, sólo podrá expresarse un mejor valor de la medición (m) y la incertidumbre dentro de la cual es probable que se encuentre el valor verdadero

$$X_0 = m \pm \Delta x$$

En la medida en que el error absoluto sea más pequeño, la medición será más exacta.

Además, se define el error relativo (ϵ_x), como la relación entre el error absoluto y el valor medido, es decir:

$$\epsilon_x = \Delta x / m$$

En la medida en que el error relativo sea más pequeño, la medición será más precisa. Es muy conveniente expresar el error relativo en porcentaje. Entonces se define el error relativo porcentual como el error relativo multiplicado por 100.

$$\varepsilon \% = \varepsilon * 100$$

Veamos todo esto con un ejemplo. Supongamos por un instante que utilizo una regla para medir la longitud de un cuaderno. Coloco el borde de la regla paralelo al cuaderno con el cero en el extremo inferior y observo que el extremo superior llega hasta la posición de 173 mm y un "cachito" más. A priori podemos decir que la longitud verdadera del cuaderno está entre 173 mm y 174 mm. Es decir que podemos escribir

$$L = (173,5 \pm 0,5) \text{ mm}$$

En este caso el valor medido (m) es 173,5 mm y el error absoluto (Δx) es de 0,5 mm (Luego veremos como estimarlo en otros casos).

Si calculamos el error relativo de ésta medición hacemos

$$\varepsilon_L = \Delta x / m = 0,5 \text{ mm} / 173,5 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_L = 0,0028818\dots \cong 0,003$$

Y si escribimos el error porcentual nos queda

$$\varepsilon \% = \varepsilon * 100$$

$$\varepsilon \% = 0,003 \times 100 = 0,3 \%$$

Lo cual nos indica que en esta medición estamos cometiendo un 3% de error. Si en lugar de 173 mm la medida fuera de 2 mm, el error relativo sería $\varepsilon=0,25$ y el error porcentual $\varepsilon\% = 25\%$

Para poder comparar errores **DEBO** comparar errores relativos o porcentuales ya que no dependen del sistema de unidades. En cambio, el error absoluto **SI** depende del sistema de unidades y no puedo compararlos.

Incertidumbre de las Medidas

Todas las ciencias experimentales se fundamentan en la experiencia, y ésta a su vez en la determinación cuantitativa de las magnitudes pertinentes. En definitiva, todas las ciencias precisan de la medida, directa o indirecta de magnitudes físicas. Medir implica una interacción entre la magnitud objeto de la medida y otra magnitud de un objeto considerado como patrón. Como consecuencia de la interacción puede surgir una comparación y ésta se expresa con un número y una unidad, dependiendo esta última del patrón que se haya escogido.

Toda medida es incierta o está dotada de un cierto grado de incertidumbre. Es esencial estimar ésta incertidumbre, primero porque el conocimiento de la incertidumbre aumenta la información que proporciona la medida, y segundo, porque este conocimiento permite manejar las medidas con la prudencia que dicta el conocimiento de la confianza que nos merecen.

Cuando se exprese el resultado de una medida es pues necesario especificar *tres* elementos: número, unidad e incertidumbre. La ausencia de alguna de ellas elimina o limita la información que proporciona.

Clasificación de los Errores

Los errores experimentales se clasifican en: A. Errores de Método, B. Errores Casuales, C. Errores Sistemáticos

A. Errores de Método

Los errores de método son aquellos que se cometen cuando la metodología no los contempla. Por ejemplo si mido el ancho de la mesa con una regla pero la coloco torcida con respecto al borde entonces voy a cometer un error de método. En la experiencia para medir el calor específico del plomo, cuando saco la plomada del baño de agua hirviendo y la llevo dentro del calorímetro estoy cometiendo un error de método.

Los errores de método pueden modificarse si cambio la metodología o el experimento.

B. Errores Casuales

No existe una causa predeterminada para este tipo de errores. Son imposibles de controlar y alteran, ya sea por exceso o por defecto, la medida realizada. Este tipo de errores se pueden eliminar mediante la realización de estudios estadísticos.

Si durante el experimento cambian las condiciones en el entorno, se provocan errores cuya evaluación solo es posible a partir de un estudio estadístico hecho con medidas repetitivas.

Un tipo de error casual, son los errores de apreciación. Estos son debidos a posibles errores en la toma de la medida asociados a limitaciones (visuales, auditivos, etc...) del observador, o también de la estimación del ojo que se hace de una cierta fracción de la mas pequeña división de la escala de lectura de los aparatos de medida.

C. Errores Sistemáticos

Los errores sistemáticos son errores que se repiten constantemente en el transcurso del experimento y que afectan a los resultados finales siempre en el mismo sentido. Estos errores son en general errores de calibración o de cero de los aparatos de medida.

Este es el caso, por ejemplo, del error que se comete cuando la aguja de un aparato de medida (amperímetro, balanza,...) no marca cero en la posición de reposo. Este tipo de errores también pueden aparecer en los aparatos electrónicos digitales como consecuencia de una mala calibración interna. Esto puede verse en el siguiente ejemplo: si medimos la temperatura de congelación de agua pura con un termómetro y este marca 2 grados centígrados, todas las mediciones realizadas con el mismo termómetro bajo las mismas condiciones

tendrán un error de 2 grados. Es decir, cuando el termómetro marque 6 grados en realidad la temperatura es de 4 grados.

Otra situación en la que pueden manifestarse ocurre cuando las condiciones experimentales no son apropiadas. Cuando los instrumentos de medida se utilizan bajo condiciones de trabajo diferentes de las recomendadas (presión, temperatura, humedad, etc...).

Propagación de Errores para Mediciones Indirectas

Como dijimos anteriormente, el error relativo es el cociente entre el error absoluto y la medición, es decir

$$\varepsilon(m) = \frac{\Delta(m)}{m}$$

Error de la Suma

En el caso de tener una magnitud como suma de otras 2 magnitudes decimos que el error absoluto de la suma es la suma de los errores absolutos, es decir $m = x + y$ entonces

$$\varepsilon(m) = \frac{\Delta(x + y)}{x + y}$$

Podemos estimar $\Delta(x + y) = \Delta(x) + \Delta(y)$ y entonces nos queda:

$$\varepsilon(m) = \frac{\Delta(x + y)}{x + y} = \frac{\Delta(x) + \Delta(y)}{x + y}$$

Error de la Diferencia

En el caso de tener una magnitud como resta de otras 2 magnitudes decimos que el error absoluto de la resta es la **suma** de los errores absolutos, es decir

$$\text{Si } m = x - y \Rightarrow \varepsilon(m) = \frac{\Delta(x - y)}{x - y}$$

Podemos estimar $\Delta(x - y) = \Delta(x) + \Delta(y)$ y entonces nos queda:

$$\varepsilon(m) = \frac{\Delta(x) + \Delta(y)}{x - y}$$

IMPORTANTE: Los errores absolutos se suman!!!

Error del Producto

En el caso de tener una magnitud como producto de otras magnitudes, el error relativo del producto es la suma de los errores relativos. Es decir

$$\text{Si } m = x \cdot y \Rightarrow \varepsilon(m) = \varepsilon(x) + \varepsilon(y)$$

Y entonces nos queda $\varepsilon(m) = \frac{\Delta(x)}{x} + \frac{\Delta(y)}{y} = \frac{\Delta(m)}{m}$ de donde podemos despejar

el error absoluto de la medición indirecta, $\Delta(m) = \varepsilon(m) \times m$

$$\Delta(m) = \left(\frac{\Delta(x)}{x} + \frac{\Delta(y)}{y} \right) \times m$$

Error del Cociente

En el caso de tener una magnitud como cociente de otras magnitudes, el error relativo del cociente también es la suma de los errores relativos. Es decir

$$\text{Si } m = \frac{x}{y} \Rightarrow \varepsilon(m) = \varepsilon(x) + \varepsilon(y)$$

Y entonces nos queda $\varepsilon(m) = \frac{\Delta(x)}{x} + \frac{\Delta(y)}{y} = \frac{\Delta(m)}{m}$ de donde podemos despejar

el error absoluto de la medición indirecta, $\Delta(m) = \varepsilon(m) \times m$

$$\Delta(m) = \left(\frac{\Delta(x)}{x} + \frac{\Delta(y)}{y} \right) \cdot \left(\frac{x}{y} \right)$$

Ejercicios Propuestos

1. Para medir cierto volumen de agua es necesario utilizar 2 veces un recipiente de 200 ml calibrado cada 2 ml. La primera vez se la llena en forma completa, y la segunda hasta un nivel de 160 ml. Calcular el error absoluto y relativo del volumen inicial de agua.
2. La variación de temperatura de un líquido se mide restando la indicación del termómetro en dos instantes distintos, es decir haciendo temperatura final

menos temperatura inicial. Sabiendo que se utilizó un termómetro de mercurio calibrado al grado centígrado, calcule el error absoluto en el cálculo de la variación de temperatura para los siguientes casos:

a) $T_i = (25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ y $T_f = (26 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

b) $T_i = (25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ y $T_f = (35 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

c) $T_i = (25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ y $T_f = (15 \pm 0,5)^\circ\text{C}$

¿En que caso tiene el menor error relativo? ¿Por qué?

3. Para preparar una solución de glucosa de concentración conocida se disuelve una masa de glucosa en un dado volumen de solvente. La concentración (P/V) se calcula haciendo el cociente entre la masa disuelta y el volumen de líquido. Estime el error absoluto y relativo cuando se preparan las siguientes soluciones (determinando la calibración de cada instrumento que utiliza):

a) 0,5 gr de glucosa en 10 ml de agua

b) 5 gr de glucosa en 100 ml de agua

c) 50 gr de glucosa en 1000 ml de agua

3.1) ¿En que caso tiene el menor error relativo? ¿Por qué?

3.2) ¿De que manera se puede disminuir el error relativo al preparar una solución?

Unidades de Longitud

X 10
→

km	hm	dam	m	dm	cm	mm			μm			nm	Å
----	----	-----	---	----	----	----	--	--	---------------	--	--	----	---

Unidades de Superficie

X 100
→

km^2	hm^2	dam^2	m^2	dm^2	cm^2	mm^2			μm^2			nm^2	Å ²
---------------	---------------	----------------	--------------	---------------	---------------	---------------	--	--	-----------------	--	--	---------------	----------------

Unidades de Volumen

X 10
→

kl o m^3	hl	dal	L o dm^3	dl	cl	ml o cm^3			μl o mm^3
-------------------	----	-----	-------------------	----	----	--------------------	--	--	-------------------------------

Unidades de Tiempo

X 60
→

h	min	seg
---	-----	-----

Unidades de Masa

X 10
→

kg	hg	dag	g	dg	cg	mg			μg
----	----	-----	---	----	----	----	--	--	---------------

Unidades de Fuerza

	Kilogramo - fuerza	Gramo - fuerza	Newton	Dinas
Kilogramo - fuerza	1	1000	9,8	980000
Gramo - fuerza	0,001	1	0,0098	980

Unidades de Presión

	Atmósfera	mm de Hg	Bar	Pascal	Torr
Atmósfera	1	760	1,01325	101325	760
mm de Hg	0,001315789	1	0,001333224	133,3224	1
Bar	0,9869233	750,0617	1	100000	750.0617
Pascal	9,869233 10^{-6}	0,007500617	0,00001	1	0,007500617
Torr	0,001315789	1	0,001333224	133,3224	1

Unidades de Velocidad

	m/s	cm/s	km/h	km/min
m/s	1	100	3,6	0,06
cm/s	0,01	1	0,036	0,0006
km/h	0,277778	27,77778	1	0,01666667
km/min	16,66667	1666,667	60	1

Unidades de Energía

	Calorías	Joule	Erg	eV	kwh
Calorías	1	4,1868	$4,1868 \cdot 10^7$	$\frac{2,613173}{10^{19}}$	$1,163 \cdot 10^{-6}$
Joule	0,2388459	1	$1 \cdot 10^7$	$\frac{6,241457}{10^{18}}$	$\frac{2,777778}{10^{-7}}$
Erg	$\frac{2,388459}{10^{-8}}$	$1 \cdot 10^{-7}$	1	$\frac{6,241457}{10^{11}}$	$\frac{2,777778}{10^{-14}}$
eV	$\frac{3,82676 \cdot 10^{-20}}$	$\frac{1,60219}{10^{-19}}$	$\frac{1,60219}{10^{-12}}$	1	$\frac{4,450528}{10^{-26}}$
kwh	859845,2	3600000	$3,6 \cdot 10^{13}$	$\frac{2,246925}{10^{25}}$	1

CALORIMETRÍA Y TERMODINÁMICA

1. Calcular la cantidad de calor que hay que entregar a un cuerpo de 20 g de masa para que eleve su temperatura en 6°C. Calor específico del cuerpo = 0,8 cal (g . °C)⁻¹

Respuesta: 96 cal

2. Sabiendo que el calor específico de la sangre arterial es 0,906 cal (g . °C)⁻¹, calcular el calor necesario para elevar 2 °C la temperatura de 3 litros de sangre arterial si su densidad es de 1,05 g/cm³.

Respuesta: 5705,8 cal

3. Sabiendo que un congelador tiene una potencia de 1 Kcal/min, estimar el tiempo necesario para congelar un litro de agua a 0°C y 1 atm. Calor de fusión del Hielo: 80 cal/g

Respuesta: 80 min

4. A un calorímetro que contiene 200 gramos de agua se agrega un cuerpo de aluminio (Calor específico = 0,22 cal (g . °C)⁻¹ y se observa que el agua varía su temperatura de 13°C a 20,5°C. Si la temperatura inicial del cuerpo es de 95°C, calcular la masa del aluminio.

Respuesta: 91,51 g.

5. Un bloque de hierro de 8 Kg. se saca de un horno donde su temperatura era de 100°C y se coloca en un recipiente adiabático en el cual se encuentran en equilibrio térmico 1 Kg de hielo y 2 litros de agua a 0 °C y una atmósfera. Calcular la temperatura final del sistema.

$C_f \text{ hielo} = 80 \text{ cal/g}$ $C_{Fe} = 0,113 \text{ cal (g . } ^\circ\text{C)}^{-1}$ $\delta \text{ H}_2\text{O} = 1 \text{ g / cm}^3$

Respuesta: 2,66 °C

6. ¿Cuántos gramos de hierro a 99 °C se deben agregar a un calorímetro donde se encuentran en equilibrio térmico 9 ml. de agua, 20 g. de hielo y 9 g. de plomo, para elevar su temperatura en 20 °C? $C_{Fe} = 0,113 \text{ cal (g . } ^\circ\text{C)}^{-1}$ $C_{Pb} = 0,03 \text{ cal (g . } ^\circ\text{C)}^{-1}$ $C_f \text{ del hielo} = 80 \text{ cal/g}$

Respuesta: 244,8 g

7. En un recipiente adiabático se encuentran en equilibrio térmico 500 g de hielo y 1,5 litros de agua a 0 °C. Si se le agrega un bloque de Al, calcular la temperatura final del sistema, sabiendo que el calor cedido por el metal para llegar a dicha temperatura es de 140.000 calorías.

$C_f \text{ del hielo} = 80 \text{ cal/g}$ $C_{Al} = 0,22 \text{ cal (g . } ^\circ\text{C)}^{-1}$

Respuesta: 50 °C

8. Se le entregan 20.000 calorías a un sistema formado por agua y 100 g de hielo a 1 atm. y en equilibrio. Sabiendo que la temperatura final del sistema es de 10 °C, calcule la masa de agua en las condiciones iniciales. C_f del hielo = 80 cal/g

Respuesta: 1100 g

9. En un recipiente adiabático hay 10 litros de agua a una atmósfera. Si se coloca medio kilo de hielo a -7 °C y la temperatura final del agua es de 9 °C, calcular su temperatura inicial.

$$C_f \text{ del hielo} = 80 \text{ cal/g} \quad C_e \text{ del hielo} = 0,5 \text{ cal (g} \cdot \text{°C)}^{-1}$$

Respuesta: 13,6 °C

10. En un calorímetro en el que coexisten en equilibrio a una atmósfera, 100g de hielo y 10g de agua, se agregan 500g de hielo a -30 °C. Calcule la temperatura final del sistema.

$$C_f \text{ del hielo} = 80 \text{ cal/g} \quad C_e \text{ del hielo} = 0,5 \text{ cal (g} \cdot \text{°C)}^{-1}$$

Respuesta: - 21,96 °C

11. Cuál será la temperatura final de un sistema que inicialmente tiene 25g de vapor de agua en un calorímetro a 1 atmósfera y 388 K, e intercambian 15 Kcal con una fuente más fría.

$$C_e \text{ del hielo} = 0,5 \text{ cal (g} \cdot \text{°C)}^{-1} \quad C_e \text{ del vapor} = 0,45 \text{ cal (g} \cdot \text{°C)}^{-1}$$

$$\text{Calor de solidificación} = \text{Calor de fusión} = 80 \text{ Cal / g}$$

$$\text{Calor de Vaporización} = \text{Calor de Condensación} = 540 \text{ Cal / g}$$

Respuesta: 46,75 °C

12. En un calorímetro en el que coexisten en equilibrio a 1 atmósfera 100 g de agua y 10 g de vapor de agua se agregan 500 g de agua a 80 °C. Calcule la temperatura final del sistema.

$$C_e \text{ del vapor} = 0,45 \text{ cal (g} \cdot \text{°C)}^{-1}$$

$$\text{Calor de Vaporización} = \text{Calor de Condensación} = 540 \text{ Cal / g}$$

Respuesta: 92,45 °C

13. A un recipiente adiabático que contiene 24 g de ácido benzoico a 140 °C se le agregan 54g del mismo ácido a 25 °C. Calcular la temperatura final del sistema indicando el estado de agregación del mismo.

Datos del Acido Benzoico:

$$\delta = 1,08 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad t \text{ ebullición} = 249 \text{ °C} \quad C_f = 35,4 \text{ cal / g}$$

$$C_{e\text{solido}} = 0,29 \text{ cal / g } \cdot \text{°C} \quad t \text{ fusión} = 122,4 \text{ °C} \quad C_{e\text{liquido}} = 0,27 \text{ cal / g } \cdot \text{°C}$$

Respuesta: 97,54 °C

R es dato en los siguientes problemas y es igual a:

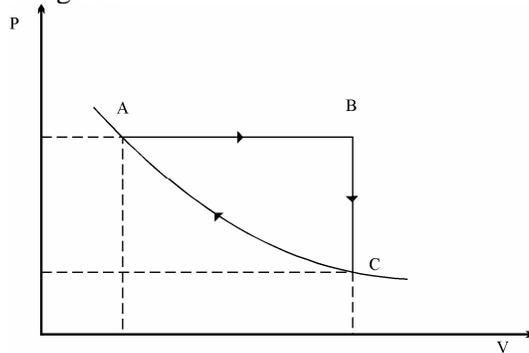
$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{^{\circ}K \cdot mol} = 8,31 \frac{J}{^{\circ}K \cdot mol} = 2 \frac{cal}{^{\circ}K \cdot mol}$$

14. Calcular el valor de la variación de energía interna (en calorías), si se tiene un volumen de 1 dm^3 de aire a 0°C y una presión de 1 atm que se calienta a presión constante hasta una temperatura de 100°C .

$$\delta \text{ aire} = 0,0013 \text{ g/cm}^3 \text{ (a } 0^{\circ}\text{C)} \quad C_p = 0,24 \text{ cal (g } ^{\circ}\text{C)}^{-1}$$

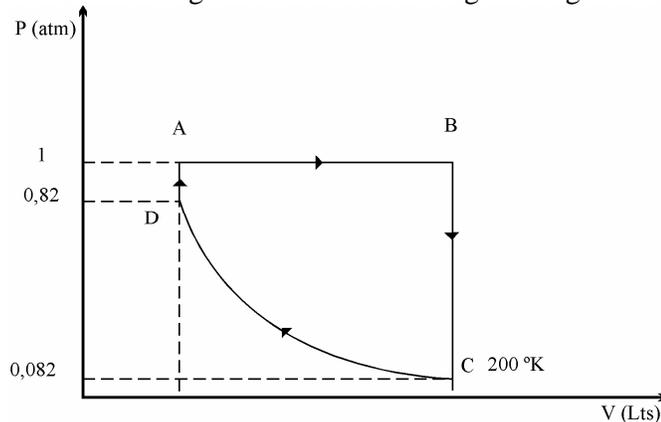
Respuesta: $22,3 \text{ cal}$

15. Se hace evolucionar un gas ideal desde un estado A hasta un estado C, como indica la figura.



- Describir cada uno de los procesos representados en el gráfico (AB, BC, CA).
- Determinar gráficamente el trabajo realizado por el gas en cada uno de los procesos y escribir la expresión matemática correspondiente a cada uno de ellos.
- El sistema es forzado a realizar el ciclo (ABCA). Determinar gráficamente el trabajo realizado por el gas.
- Comparar la variación de energía interna producida en el proceso ABC, con la del proceso AC. Determinar la variación de energía interna en el ciclo ABCA.

16. Un mol de gas ideal evoluciona según el siguiente gráfico:



- a. Describir cada uno de los procesos representados en el gráfico (AB, BC, CD, DA).
- b. Calcular el trabajo total realizado en la evolución ABCDA. Respuesta: 14414 J
- c. Calcular el calor total intercambiado. Respuesta: 3469 cal
- d. Calcular la variación de entropía en el proceso CD. Respuesta: - 4,6 cal/K

17. Un mol de gas ideal que ocupa un volumen de 3 litros. se enfría a volumen constante hasta que su presión disminuye a la mitad de la presión inicial ($P_{\text{inicial}}=8\text{atm}$). Luego se expande isobáricamente hasta alcanzar un volumen de 6 litros. Finalmente se comprime isotérmicamente hasta alcanzar el volumen inicial.

- a. Represente el ciclo en un diagrama PV.
- b. Calcule el trabajo total realizado en el ciclo. Respuesta: - 469 J
- c. Determine la cantidad total de calor intercambiado en el ciclo. Respuesta: - 112,9 cal
- d. Determine la cantidad de calor intercambiada en el proceso isotérmico. Respuesta: - 405,7 cal

18. Se calienta a volumen constante un mol de gas ideal que se encuentra ocupando un volumen de 4 litros a 2 atm hasta duplicar su presión. Luego se expande isotérmicamente hasta que la presión adquiere el valor inicial y luego se lo comprime isobáricamente hasta que el volumen adquiere el valor inicial.

- a. Represente el ciclo en un diagrama PV.
- b. Calcule el trabajo total realizado en el ciclo. Respuesta: 313,1 J
- c. Determine la cantidad total de calor intercambiado en el ciclo. Respuesta: 75,8 cal
- d. Determine la cantidad de calor intercambiada en el proceso isotérmico. Respuesta: 270,9 cal

19. Un gas ideal se comprime isotérmicamente hasta alcanzar $1/5$ de su volumen inicial. Si el calor intercambiado por el sistema es de 500 cal y el proceso se realiza a una temperatura de 350 °K.

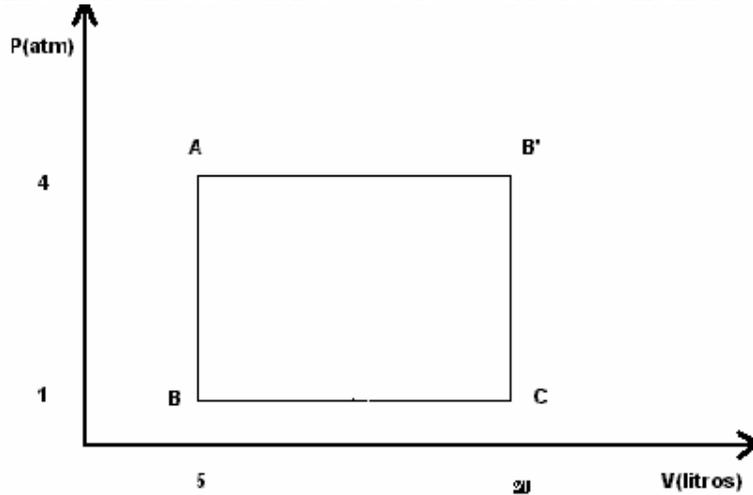
- a. Calcule el n° de moles que posee dicho gas.
 - b. Calcule la variación de entropía.
 - c. Indique gráficamente el trabajo realizado en el sistema anterior.
- Respuesta: a) 0,44 moles b) - 1,43 cal/K

20. Un mol de gas evoluciona isobáricamente desde un estado A cuya presión es 0,5 atmósferas hasta un estado B cuyo volumen es 10 litros. Desde B pasa isocóricamente hasta C, cuya presión es 0,1 atm. Luego evoluciona isotérmicamente hasta un estado D cuya presión es 0,3 atm. De allí vuelve al estado A isocóricamente.

- a. Hacer el gráfico correspondiente indicando el trabajo total realizado
- b. Calcular el calor desarrollado en CD
- c. Calcular la variación de energía interna en DABC. Justifique
- d. Calcular el calor desarrollado en ABCDA. Justifique.

Respuesta: b: -26 calorías c: 0 cal d: 54 cal

21. Un sistema evoluciona desde el estado A al C como indica la figura (ABC o AB'C)



- ¿En cuál de los dos procesos se realizó más trabajo? Justifique.
- El sistema es forzado a realizar un ciclo completo AB'CBA. ¿Qué cantidad de calor intercambió con el medio exterior?
- ¿Cuál es la variación de energía interna del ciclo?

Respuesta: a. AB'C b: 1097 calorías c: 0

22. ¿Cuál es el número de moles de un gas que al expandirse isotérmicamente a 300 °K duplica su volumen inicial? El calor intercambiado en el sistema es de 600 cal.

Respuesta: 1,44 moles

23. Un mol de un gas ideal parte de un punto A, pasando sucesivamente por B,C,D,E, para finalmente completar el ciclo al retornar a A, según los siguientes datos:

Evolución AB:	a temperatura constante.	$P_A = 2$ atm
BC:	compresión isobárica.	$T_B = 300$ K
CD:	a volumen constante	$P_C = 1$ atm
DE:	a presión constante	$V_D = 18$ litros
EA:	a volumen constante	$P_E = 0,8$ atm

- Realice el diagrama PV correspondiente clasificando cada uno de los procesos.
- Calcule gráfica y analíticamente el trabajo total.
- Calcule el calor intercambiado en el proceso AB.

Respuestas: b) $W_T = 596,85$ J c) $Q_{AB} = 408,52$ cal

24. Una máquina térmica absorbe 70 Kcal y produce un trabajo de 150 KJ.

- Calcular el % de eficiencia de la máquina.
- Calcular el calor cedido por la máquina.

Respuestas: a) 51,57 % b) 33,9 Kcal

25. Una máquina térmica absorbe 120 Kcal y cede 48 Kcal.
a) Calcular el % de eficiencia de la máquina.
b) Calcular el trabajo desarrollado por la máquina.
Respuestas: a) 60 % b) 299, 16 KJ

26. Calcular el metabolismo basal de un perro de 25 Kg.
Respuesta: 0,788 Kcal / día

27. Calcular el metabolismo basal de un bovino de 640 Kg.
Respuesta: 8,97 Kcal / día

PROPIEDADES COLIGATIVAS

Datos generales: K_{eb} agua = $0,51 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{mol} / \text{l}$ K_c agua = $1,86 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{mol} / \text{l}$
 M_r glucosa = 180

1. La presión de vapor del agua a 60°C es 149,4 mm de Hg. ¿Cuál es la presión de vapor de una solución que contiene 3,5 g de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) en 150 g de agua a $60 \text{ } ^\circ\text{C}$?

Ar C = 12 H = 1 O = 16

Respuesta: 149,05 mmHg

2. Se disuelven 50 g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) en 600 g de agua. Hallar el punto de congelación de la solución.

Ar C = 12 H = 1 O = 16

Respuesta: $-0,45 \text{ } ^\circ\text{C}$

3. Compare el ascenso ebulloscópico de las siguientes soluciones acuosas:

a) 0,1 M glucosa

b) 0,2 M sacarosa

c) 0,1 M NaCl (Suponga que está totalmente disociada).

d) 0,05 M Na_2SO_4 (Suponga que está totalmente disociada).

Respuesta: $b = c > d > a$

4. Se prepara una solución con 500 g de agua y urea. El punto de congelación de la solución es de $-0,744 \text{ } ^\circ\text{C}$. Calcular la masa de urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] disuelta.

Ar Carbono = 12 Hidrógeno = 1 Oxígeno = 16 Nitrógeno = 14

Repuesta: 12 g

5. Calcular la osmolaridad del plasma de una vaca si el descenso crioscópico es $0,56 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Respuesta: 0,3 osmol/l

6. Se tiene una solución acuosa de 3,6 g de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) en un litro de solución. Calcular la molaridad que deberá tener una solución acuosa de K_2SO_4 ($g = 0,8$) para que produzca el mismo descenso crioscópico.

Ar C = 12 H = 1 O = 16

Respuesta: 0,008 mol/l

a) Determine la temperatura de congelación de una solución acuosa que tiene 0,8 g de glucosa ($M_r = 180$) y 0,5 g de NaCl ($M_r = 58,5$) totalmente disociado en 100 ml de agua.

b) Indique cuántos gramos de glucosa debe agregar a la solución anterior para que congele a $-0,5^\circ\text{C}$.

Respuestas: a) $-0,39 \text{ } ^\circ\text{C}$ b) 1,06 g

7. a) ¿Cuántos gramos de urea se deberán disolver en 100 gramos de agua para obtener el mismo ascenso ebulloscópico que produce una solución 0,15 molar de BaCl_2 ($g = 0,8$)?

b) ¿Cuál es la temperatura de ebullición de la solución anterior a 1 atm de presión?

Mr de la urea = 60

Respuestas: a) 2,16 g b) 100,18 °C

8. Obtenga a partir del gráfico la concentración de la solución incógnita y la constante crioscópica. (Suponga disociación total y soluciones acuosas).

a) Sustancia	Tc (°C)
agua destilada	-0,20
K_2SO_4 0,05 M	-0,40
K_2SO_4 0,07 M	-0,50
Solución Incógnita	-0,45

b) Sustancia	Tc (°C)
agua destilada	0,20
Glucosa 5%	-0,70
Glucosa 8%	-1,15
Solución Incógnita	-0,90

9. Discuta la afirmación: “La solución A de glucosa y la solución B, también de glucosa, tienen la misma osmolaridad y diferente ascenso ebulloscópico”.

10. Con los datos experimentales del cuadro obtenga a partir del gráfico correspondiente la constante ebulloscópica. Indique para cada solución incógnita si el gráfico obtenido le permite o no calcular su molaridad y justifique. En caso afirmativo obténgala.

SUSTANCIA	Te (°C)
Agua destilada	100,10
Sol. acuosa de glucosa 2,5 %	100,17
Sol. acuosa de glucosa 5 %	100,28
Soluciones incógnitas	
a) Sol. acuosa de sulfato de sodio	100,25
b) Sol. acuosa de sacarosa	100,20
c) Sol. alcohólica de glucosa	100,15

11. Calcular la presión osmótica a 37 °C de una solución acuosa de BaCl_2 0,1 molal. ($g \text{ BaCl}_2 = 0,83$)

Respuesta: 6,3 atm

12. ¿Qué descenso crioscópico se obtendrá si se trabaja con una solución acuosa cuya presión osmótica es 3,6 atm a 37°C?

Respuesta: 0,26 °C

13. Se tiene una solución de Na_2SO_4 0,075 M ($g = 0,8$) ¿Cuál deberá ser la molaridad de una solución de NaCl ($g = 0,9$) para que produzca la misma presión osmótica a la misma temperatura?

Respuesta: 0,1 mol/l

14. Se tienen dos osmómetros a la misma temperatura En el compartimiento externo ambos tienen agua, mientras que en el interno se tiene:

- Osmómetro 1: Solución acuosa de glucosa 0,2 molar.
- Osmómetro 2: Solución acuosa de NaCl 0,2 molar ($g = 0,9$).

¿En cuál de los dos osmómetros subirá más el nivel? Justifique. (Considere que ambas soluciones tienen igual densidad)

Respuesta: osmómetro 2

15. Se debe inyectar a una vaca 1 litro de solución 130 mosmolar de glucosa. ¿Cuántos g de NaCl debo agregarle para que sea isotónica con el plasma?

Osmolaridad del plasma = 310 mosmolar. $g \text{ NaCl} = 0,92$

Respuesta: 5,7 g

16. La temperatura de congelación de una solución acuosa de sacarosa es de -1 °C. Calcule:

a) La presión osmótica de dicha solución a 20°C.

b) La masa de NaCl que deberá tener 100 ml de otra solución acuosa para congelar a la misma temperatura que la de sacarosa.

$g \text{ NaCl} = 0,8$ $Mr \text{ NaCl} = 58,5$

Respuestas: a) 12,73 atm b) 1,96 g

17. Por razones experimentales se debe inyectar a un bovino 200 ml. de una solución acuosa de NaCl 0,05 molar ($g = 1$). ¿Cuántos gramos de glucosa debo agregarle a dicha solución para que sea isotónica con el plasma del animal, que tiene una temperatura de ebullición de 373,16 °K.

Respuesta: 7,2 g

18. En el trabajo práctico de descenso crioscópico, Ud. construyó un gráfico de descenso crioscópico versus osmolaridad, partiendo de soluciones acuosas de glucosa.

Responda justificando en cada caso si a partir de dicho gráfico puede obtener:

La osmolaridad de una solución acuosa de K_2SO_4 .

La osmolaridad de una solución alcohólica de glucosa.

La molaridad de una solución acuosa de sacarosa.

La molaridad de una solución acuosa de NaCl.

19. A partir de sus conocimientos de las propiedades coligativas indique todos los pasos experimentales para:

Determinar si está en presencia de leche adulterada con agua.

Estimar en el laboratorio la osmolaridad de una muestra de orina

20. Una muestra de 200 ml de orina tiene una temperatura de congelación de $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

a) Calcule su presión osmótica a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$

b) ¿Es hiper o hipoosmolar respecto del plasma ($0,3$ osmolar)? Justifique.

c) ¿Cuántos gramos de NaCl ($g = 0,9$ y $M_r = 58,5$) o de agua le faltaría a la muestra para que fuera isoosmolar con el plasma?

T_c del plasma = $-0,58\text{ }^{\circ}\text{C}$

Respuestas: a) $3,97\text{ atm}$ b) hipoosmolar c) $0,91\text{ g}$ de NaCl

21. Un frasco hospitalario contiene $1,25\text{ g}$ de antibiótico, disueltos en $2,5\text{ cl}$ de solución. Si la dosis farmacológica para ese antibiótico es de 5 mg/kg , ¿cuántos ml de ese frasco habrá que inyectarle a un perro de 15 kg ?

Respuesta: $1,5\text{ ml}$

22. Un antiséptico tiene una concentración del 1% (m/v) y se presenta en frascos de 500 ml . Si la dosis farmacológica indicada para ese antiparasitario es de $400\text{ }\mu\text{g/kg}$, ¿cuántos ml hay que inyectarle a un perro de 20 kg ?

Respuesta: $0,8\text{ ml}$

23. Un frasco trae 10 dg de droga en polvo. Si la dosis indicada de esa droga para anestésico a un animal es de 10 mg/kg , ¿con cuántos ml de agua destilada habrá que disolver el polvo del frasco, para obtener una dosis inyectable de 1 ml/kg ?

Respuesta: 100 ml

24. Se decide realizar la eutanasia a un canino de 20 kg , que presenta una enfermedad terminal utilizando la misma droga citada en el problema anterior. La dosis eutanásica es de 40 mg/kg de peso y la dilución de esta droga se realiza con 10 ml de solución fisiológica. ¿Cuántos mililitros se le deben inyectar a este canino por vía endovenosa?

R: 8 ml

25. En una granja de gallinas ponedoras se debe realizar la desparasitación periódica y el medicamento utilizado se administra a una dosis de $1,25\text{ g}$ por cada litro de agua de bebida. La concentración de la droga en su presentación comercial es al $12,5\%$ (m/v). ¿Cuántos litros del medicamento hay que agregarle a un tanque que contiene 200 dm^3 de agua?

R: 21

ELECTRICIDAD

1. Se tienen dos cargas en el vacío $Q_1 = 10^{-19}$ Cb y $Q_2 = -10^{-19}$ Cb, separadas una distancia de 1 mm.

a) Calcular la fuerza de atracción entre ellas.

b) ¿Cuánto vale la fuerza si la distancia entre ellas disminuye a la mitad?

Respuesta: a) -9×10^{-23} N b) $-3,6 \times 10^{-22}$ N

2. Calcular el campo eléctrico a 2 cm de un cuerpo cargado con una carga de 5×10^{-18} Cb.

Respuesta: $1,12 \times 10^{-4}$ N/Cb

3. Calcular la diferencia de potencial de un condensador plano de 3×10^{-11} Cb cuyas placas están separadas 1 mm.

Respuesta: 270 V

4. Calcular el campo eléctrico que se produce en una membrana celular de 10 nm de espesor y una diferencia de potencial de 60 mV.

Respuesta: 6×10^6 N/Cb

5. Calcular la carga eléctrica presente a ambos lados de una membrana biológica de 1 μ F, que origina una diferencia de potencial de 90 mV, a ambos lados de la membrana.

Respuesta: 9×10^{-8} Cb

6. ¿En cuántos minutos una carga eléctrica de 84 Cb circulará por un receptor de 250 Ω si tiene un voltaje de 0,03 KV?

Respuesta: 11,6 min

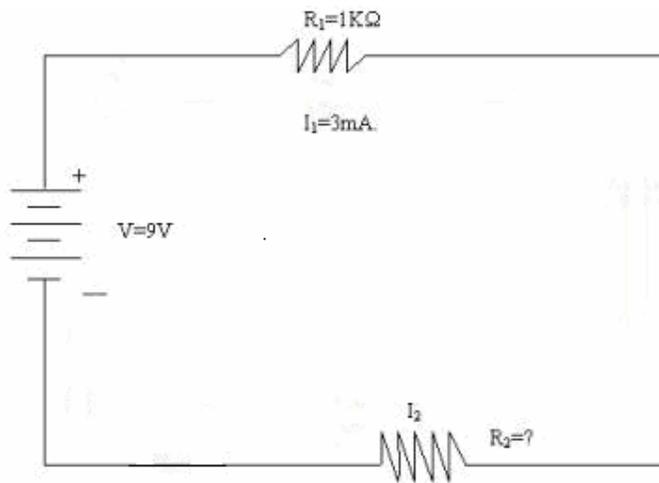
7. ¿Qué resistencia ofrecerá un receptor, por el que circula una carga eléctrica de 3600 Cb en media hora, con un voltaje de 0,0002 MV?

Respuesta: 100 Ω

8. ¿Qué carga eléctrica circulará en medio minuto por un receptor de 40 Ω y 0,07 KV?

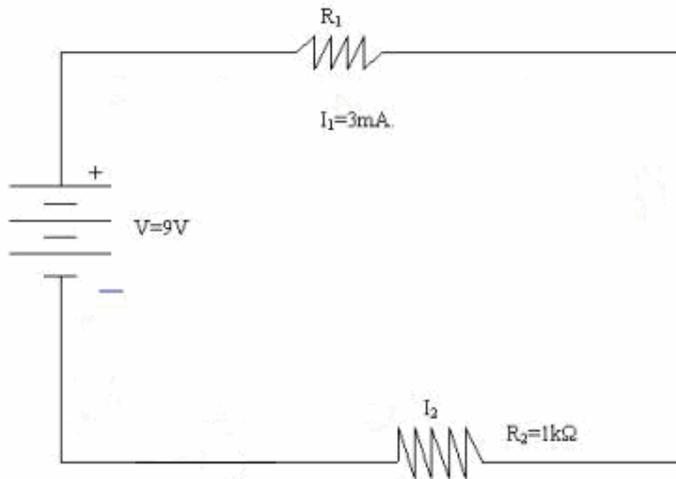
Respuesta: 52,5 Cb

9. Calcular la resistencia 2 y la resistencia total del siguiente circuito:



Respuestas: $R_2 = 2 \text{ K}\Omega$ $R_t = 3 \text{ K}\Omega$

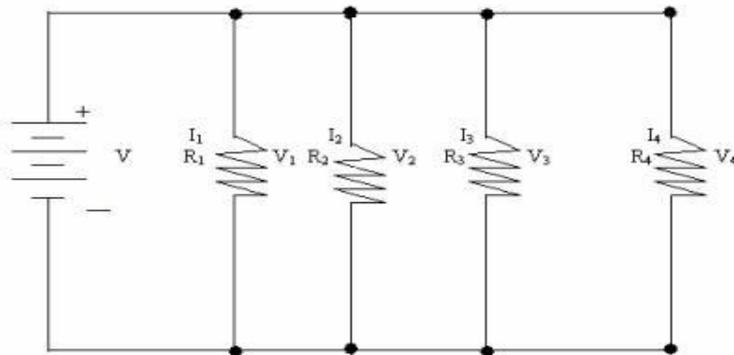
10. Calcular el voltaje en R_2 y la potencia de la fuente del siguiente circuito:



Respuestas: $V_2 = 3 \text{ V}$ $P = 0,027 \text{ Watts}$

11. Calcular el voltaje de la batería, la intensidad de corriente (en mA) administrada por la batería, su potencia y la resistencia total del siguiente circuito; a partir de los datos que se dan a continuación:

$R_1 = 200 \Omega$ $R_2 = 500 \Omega$ $R_3 = 250 \Omega$ $R_4 = 250 \Omega$ $I_1 = 50 \text{ mA}$



Respuestas: $V = 10 \text{ V}$ $I = 150 \text{ mA}$ $P = 1,5 \text{ Watts}$ $R_t = 66,66 \Omega$

MEMBRANA CELULAR

1. Calcular el flujo de insulina en agua cuando existe un gradiente de concentración de $0,14 \mu \text{ moles/cm}^4$. $D = 8,2 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg}$.

Respuesta: $1,14 \cdot 10^{-13} \text{ mol} (\text{cm}^2 \cdot \text{seg})^{-1}$

2. Si la membrana del alga unicelular *Chara* tiene un coeficiente de permeabilidad para el glicerol de $2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}/\text{seg}$. ¿Cuál es la velocidad del glicerol a través de un área de 10^{-4} dm^2 si la diferencia de concentración que existe a través de la membrana es 10^{-1} moles/l ?

Respuesta: $2 \cdot 10^{-12} \text{ mol}/\text{seg}$

3. Calcular la velocidad del glicerol a través de una membrana artificial de la misma área (10^{-2} cm^2) y espesor que la de la *Chara* ($e = 7,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$) para la misma diferencia de concentraciones si el coeficiente de difusión del glicerol en agua es $7,2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{seg}$.

Respuesta: $9,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol}/\text{seg}$

4. El flujo de un soluto a través de una membrana plasmática de axón de una neurona motora es de $5 \cdot 10^{-2} \text{ mosm} (\text{cm}^2 \cdot \text{seg})^{-1}$ cuando dicho axón se sumerge en un baño de una concentración de 300 mosm/l . Calcular el coeficiente de permeabilidad y el coeficiente de difusión del soluto en la membrana, sabiendo que la osmolaridad del fluido intracelular es de 50 mosm/l y el espesor de la membrana es de 200 \AA .

Respuestas: $P = 0,2 \text{ cm}/\text{seg}$ $D = 4 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{seg}$

5. Calcule el coeficiente de difusión y el de permeabilidad de la urea, sabiendo que su velocidad de difusión, a través de un área de un dializador de 10^{-6} m^2 , es de $30 \text{ moles}/\text{seg}$. La diferencia de concentraciones de dicho soluto es de 100 moles/m^3 y el espesor de la membrana del dializador es de 100 \AA .

Respuestas: $D = 30 \text{ cm}^2/\text{seg}$ $P = 3 \cdot 10^7 \text{ cm}/\text{seg}$

6. ¿Cuál será la velocidad de flujo a través de 200 mm^2 de la membrana de una célula de 90 \AA de espesor, si la diferencia de concentración es de $0,01 \text{ mol/l}$, y el coeficiente de difusión es de $8 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{seg}$?

Respuesta: $1,76 \cdot 10^{-4} \text{ mol/seg}$

7. Determine en forma gráfica en los dos siguientes casos:

Si el pasaje del soluto es por difusión simple o por difusión facilitada. Justifique.

- CASO 1

J	ΔC
(mol/seg . cm^2)	(mol/litro)
0	0
0,5	1
1	3
1,25	5
1,5	10
1,5	15

- CASO 2

J	ΔC
(mol/seg . cm^2)	(mol/litro)
0	0
0,166	1
0,5	3
0,833	5
1,66	10

En el pasaje por difusión simple calcule gráficamente la permeabilidad.

Respuesta: $\cong 166 \text{ cm/seg}$

8. Calcular el potencial de equilibrio para el potasio en células de mamíferos sabiendo que:

$$[K^+]_e = 4 \mu\text{mol}/\text{cm}^3 \quad [K^+]_i = 155 \mu\text{mol}/\text{cm}^3 \quad T = 37^\circ\text{C}$$

$$F = 96.500 \text{ Cb/mol} \quad R = 8,31 \text{ joule } (^\circ\text{K} \cdot \text{mol})^{-1}$$

Respuesta: -97 mV

9. Calcular el potencial de equilibrio para el sodio de las células anteriores si $[Na^+]_e = 145 \text{ meq/l}$ y $[Na^+]_i = 12 \text{ meq/l}$, a 37°C .

Respuesta: 66,5 mV

10. Calcular la $[Cl^-]_i$ en las células musculares si se encuentra distribuido pasivamente en equilibrio, sabiendo que $[Cl^-]_e = 120 \text{ meq/l}$.

$$T = 37^\circ\text{C} \quad E_m = -90 \text{ mV}$$

Respuesta: 4,12 meq/l

11. Calcule el valor que debería tener la $[K^+]_e$ para que a 37°C el potencial de equilibrio del K^+ coincida con el potencial de membrana en reposo (-90 mV) suponiendo que la $[K^+]_i$ se mantiene constante en 155 meq/l.

Respuesta: 5,32 meq/l

12. Calcular el potencial de equilibrio para el ión hidrógeno a través de la membrana de una célula muscular, si el pH del fluido intracelular es 7,0 y el pH del fluido extracelular es 7,4. Si el potencial de membrana en reposo es de -90 mV, indicar si el ión H^+ está en equilibrio pasivo ($T^\circ = 37^\circ\text{C}$).

Respuesta: -24,4 mV

13. Los siguientes datos se han extraído de una experiencia realizada con glóbulos rojos.

$$[Na^+] \quad [K^+] \quad [Cl^-]$$

$$(\text{meq/l}) \quad (\text{meq/l}) \quad (\text{meq/l})$$

Líquido intracelular 19 136 78

Líquido extracelular 155 5 112

Em (mV) = -7 a -14

Decida cuál de los siguientes iones se encuentra distribuido pasivamente ($T^{\circ} = 37^{\circ}\text{C}$) y justifique.

Respuesta: el cloruro

14. Comprobar si la célula se encuentra en condición de equilibrio de Gibbs - Donnan con los siguientes datos:

$$[\text{A}^{-}] = 18 \text{ mmol/l} \quad [\text{Cl}^{-}]_e = 155 \text{ mmol/l} \quad [\text{Cl}^{-}]_i = 146,25 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{Na}^{+}]_e = 155 \text{ mmol/l} \quad [\text{Na}^{+}]_i = 164,25 \text{ mmol/l}$$

$$R = 8,31 \text{ Joule } (^{\circ}\text{K} \cdot \text{mol})^{-1} \quad F = 96.500 \text{ Cb/mol} \quad T^{\circ} = 37^{\circ}\text{C}$$

Si se cumple el equilibrio calcule el valor del potencial de membrana e indique su polaridad.

Respuesta: -1,53 mV

15. En una membrana que se encuentra en equilibrio de Gibbs - Donnan se da la siguiente distribución de iones.

$$[\text{R}^{+}] = 50 \text{ meq/l} \quad [\text{Na}^{+}]_e = 85,4 \text{ meq/l} \quad [\text{Na}^{+}]_i = 64 \text{ meq/l} \quad [\text{Cl}^{-}]_i = 114 \text{ meq/l}$$

$$[\text{Cl}^{-}]_e = 85,4 \text{ meq/l} \quad T^{\circ} = 37^{\circ}\text{C}$$

Comprobar la condición de equilibrio Gibbs - Donnan.

Calcular el valor del potencial de membrana e indicar la polaridad.

Respuesta: 7,34 mV

16. Entre el plasma sanguíneo y el líquido intersticial que rodea a los capilares hay un equilibrio de Gibbs-Donnan (a 37°C). Con los datos de la tabla: a) Calcular la concentración de los aniones proteicos (no difusibles) presentes en el plasma; b) calcular la diferencia de potencial existente entre el fluido intersticial y el plasma.

Iones	Plasma (meq/l)	Líquido Intersticial (meq/l)
Na ⁺	151	144
Cl ⁻	109	114
A ⁻	?	0
HCO ₃ ⁻	28,7	30

R: a) 13,3 meq/l, b) -1,18 mV

BIOÓPTICA

1. La luz incide desde el aire sobre una lámina de vidrio, con un ángulo de incidencia de 60° siendo una parte reflejada y otra refractada. El haz reflejado y el refractado forman entre sí un ángulo de 90° . Calcular el índice de refracción del vidrio.

Respuesta: 1,73

2. Un haz de luz pasa del aire a un medio donde se propaga a 2×10^5 km/seg con un ángulo de incidencia de 60° . Calcular el ángulo de refracción.

Respuesta: $35,26^\circ$

3. Calcular el ángulo límite del siguiente sistema óptico: $n_\Omega = 1,2$; $n_\delta = 1,75$.

Dibujar el sistema óptico correspondiente.

Respuesta: $43,29^\circ$

4. Calcular la velocidad de la luz en un aceite que tiene un $n = 1,34$.

Respuesta: 223880 km/seg

5. El ángulo límite del cuarzo respecto del aire es de $42,86^\circ$. Si un haz de luz pasa del aire al cuarzo formando un ángulo de refracción de 20° , calcular el ángulo de incidencia.

Respuesta: $30,18^\circ$

6. Sabiendo que una solución de sacarosa de 0,1 g/ml provoca una rotación del plano de polarización de $13,3^\circ$ cuando atraviesa una longitud de 2 dm. Calcular la concentración de otra solución de sacarosa cuyo ángulo de rotación es de 15° , en el mismo polarímetro.

Respuesta: 0,113 g/ml

7. A partir de los siguientes datos experimentales que se obtuvieron con un polarímetro de 2 dm de longitud del tubo, determinar gráficamente el poder rotatorio específico.

α	$0,05^\circ$	$0,10^\circ$
C	1 % (m/v)	2,5 % (m/v)

Respuesta: $2^\circ \cdot \text{cm}^3 / \text{dm} \cdot \text{g}$

8. Una solución acuosa de alanina al 4 % (m/v) rota 2° el plano de polarización. ¿Cuántos gramos de alanina debe agregarse a 2 dm^3 de la solución anterior, para obtener una rotación de 3° , en las mismas condiciones experimentales?

Respuesta: 40 g

9. Un haz de luz monocromática atraviesa una solución coloreada que se encuentra en un tubo de 20 mm de espesor. La solución tiene un coeficiente de absortividad de $2,74 \text{ cm}^2/\text{mol}$ y absorbe $2/3$ de la luz incidente. Calcular la concentración y la absorbancia de la solución.

Respuestas: $0,2 \text{ mol/cm}^3$; 0,47

10. El factor de un fotocolorímetro para soluciones acuosas de creatinina hasta 0,95 % (m/v), es de 0,10 % (m/v). Calcular el % de transmitancia que se obtuvo, en dicho equipo, para una solución acuosa de creatinina de 0,005 mg/ml.

Respuesta: 98,8 %

11. Dada la siguiente tabla de valores experimentales, determinar gráficamente el factor del fotocolorímetro (en % m/v).

C	0,2 g/l	0,3 g/l
A	0,1	0,4

Respuesta: 0,10 %

12. Calcular el % de transmitancia que se obtuvo en un fotocolorímetro de cubetas de 20 mm de espesor al utilizar una solución de 50 g/dm^3 , si el coeficiente de absortividad es de $3 \text{ cm}^2/\text{g}$.

Respuesta: 74 %

13. Se mide la concentración de una solución por dos métodos experimentales: polarimetría y fotocolorimetría. Con el primero se obtuvo un ángulo de rotación de 3° , con un tubo de 10 cm de longitud. Con el segundo método se obtuvo una transmitancia del 40 %, con cubetas de 10 mm de ancho. El soluto tiene un coeficiente de absorptividad de $24 \text{ cm}^2/\text{g}$. Calcular el poder rotatorio específico del soluto.

Respuesta: $77,8^\circ \cdot \text{cm}^3 / \text{dm} \cdot \text{g}$

14. Si necesita conocer la concentración de una solución:

- Mencione los métodos ópticos a los que puede recurrir para determinarla.
- Describa las características de las soluciones a las que se les puede aplicar cada método.
- Enuncie las leyes físicas en las que se basa cada uno de los métodos y la expresión matemática correspondiente.
- Esquematice el equipo utilizado en cada caso, mencionando el tipo de fuente de luz utilizada.
- Indique qué medición realiza con cada equipo.

BIOACÚSTICA

1. La frecuencia mínima perceptible para el oído humano como sonido es 20 Hertz y la máxima es aproximadamente 20.000 Hertz. ¿Cuál es la longitud de onda de cada uno de estos sonidos en el aire? (velocidad del sonido en el aire 340 m/seg).

Rta: λ máxima: 17 m; λ mínima: 0,017 m

2. Un sonido tiene una frecuencia de 440 Hertz. ¿Cuál es la longitud de onda de este sonido en el aire, en el agua? (velocidad del sonido en el aire 340 m/seg, velocidad del sonido en el agua 1435 m/seg).

Rta: λ aire: 0,77 m; λ agua: 3,26 m

3. Los murciélagos emiten ondas ultrasónicas. La longitud de onda más corta emitida en el aire por un murciélago es de 0,0033 m. ¿Cuál es la máxima frecuencia que pueden emitir estos animales? (velocidad del sonido en el aire 340 m/seg).

Rta: 103 KHz

4. Un sonido con una frecuencia de 1000 Hertz se transmite a una velocidad de 340 m/seg. Y penetra en el agua a una velocidad de 1500 m/seg. ¿Qué sucede con la frecuencia y con su longitud de onda?

Rta: la frecuencia no se modifica Longitud de onda en el aire: 0,34 m

Longitud de onda en el agua: 1,5 m

5. Si la intensidad del sonido (tomado convencionalmente como referencia) es igual a 10^{-12} watt/m². ¿Cuántos decibeles corresponden a un sonido de 10^{-5} watt/m² ?

Rta: 70 db

6. ¿Cuántos decibeles corresponden a un sonido de $1,5 \cdot 10^{-5}$ watt/m² ?

Rta: 71,8 db

7. El segundo ruido cardíaco produce un nivel de sensación de 5db. ¿Cuál será el nivel de sensación producido en el mismo foco por un segundo ruido que ha duplicado su intensidad sonora?

Rta: 8 db

RADIACIONES

Datos generales

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ joule} \cdot \text{seg} = 6,62 \times 10^{-27} \text{ ergios} \cdot \text{seg}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$$

1. Calcular la longitud de onda (en nm) del fotón emitido por un átomo excitado, sabiendo que la diferencia de energía entre los niveles correspondientes es de 2 eV.

Respuesta: 620 nm

2. ¿Cuántos fotones de 0,5 μm producirán una energía de 1 ergio?

Respuesta: $2,5 \times 10^{11}$ fotones

3. Calcular la longitud de onda (en \AA) y la frecuencia (en MHz) de un fotón de 0,6 KeV.

Respuestas: 20,69 \AA ; $1,45 \times 10^{11}$ MHz

4. Calcular la longitud de onda mínima (en \AA) emitida por un tubo de Rx, si se le aplica un potencial acelerador de 100 KV.

Respuesta: 0,124 \AA

5. Calcular el mínimo potencial acelerador (en KV) que debe aplicarse a un tubo de Rx, para producir Rx duros.

Respuesta: 24,8 KV

6. Calcular la frecuencia máxima (en MHz) de Rx que emitirá un tubo de Coolidge, si se le aplica un potencial acelerador de 0,12 MV.

Respuesta: $2,9 \times 10^{13}$ MHz

7. ¿Cuántos mA y cuántos KV se deben aplicar a un equipo de Rx para obtener una placa de tórax de un canino, de 10 cm de espesor, si el tiempo de exposición es de 0,01 seg?

Respuestas: 300 mA; 50 KV

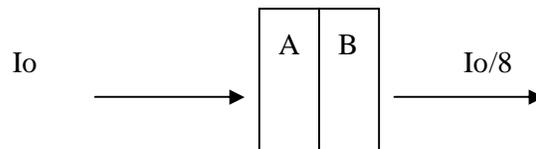
8. ¿Cuántos mA y cuántos KV se deben aplicar a un equipo de Rx para obtener una placa de abdomen de un felino, de 5 cm de espesor, si el tiempo de exposición es de 0,025 seg?

Respuestas: 200 mA; 55 KV

9. Se realizó una radiografía del muslo de un canino, utilizándose 75 KV y 20 mA. Calcular el espesor aproximado del muslo y el tiempo durante el cual estuvo expuesto a la radiación X.

Respuestas: 15 cm; 0,5 seg

10. Una radiación monocromática de Rx incide sobre 2 láminas superpuestas (como muestra la figura siguiente). Si cada lámina tiene un espesor de 3 cm y el μ de la lámina A es $0,06 \text{ mm}^{-1}$, calcular el μ de la lámina B.



Respuesta: $0,08 \text{ cm}^{-1}$

11. El μ de un material metálico absorbente es de $0,53 \text{ mm}^{-1}$. ¿Cuántos cm deberá tener una lámina de ese material, para que colocada en la pared de una sala de radiología, absorba el 80% de la radiación x que incide sobre ella?

Respuesta: 0,3 cm

12. En un Consultorio Radiológico se recibe a un canino traumatizado que presenta, a la revisión clínica, gran dolor y tumefacción en tibia izquierda, por lo que se sospecha de fractura. Conociendo que el espesor del miembro posterior izquierdo a la altura de la tibia es de 4 cm y el tiempo de exposición es de 0,02 seg., ¿qué miliamperaje y qué Kilovoltaje se debe aplicar para realizar la placa radiográfica?

R:500 mA. 64 KV.

13. El $T_{Rd} = 3,825$ días. Calcular la constante de desintegración del Rd y su tiempo de vida media.

Respuestas: $0,18 \text{ días}^{-1}$; 5,52 días

14. Una muestra radiactiva contiene ^{32}F ($T= 14,3$ días) y ^{51}Cr ($T= 27,8$ días). Al cabo de un cierto tiempo el N° de átomos iniciales del ^{32}F se redujo un 80%. ¿Cuántos días más tardará el ^{51}Cr en decaer el mismo porcentaje (80%)? Respuesta: 31 días

15. El ^{132}I tiene una semivida biológica de 2 hs. Calcular su constante de eliminación biológica.

Respuesta: $0,34 \text{ hs}^{-1}$

16. A un conejo se le inyecta un isótopo que tiene una constante de eliminación biológica de $0,693 \text{ hs}^{-1}$. ¿A los cuántos minutos se encontrará en el animal $1/8$ de la dosis activa?

Respuesta: 180 min

17. Menciones las ventajas y desventajas de:

- a) la radiografía
- b) la radioscopia
- c) la tomografía computada
- d) la resonancia magnética.

BIORREOLOGÍA

1. Expresar los siguientes datos de presión arterial en barías y en atmósferas.

a) Presión arterial del caballo = 180 mm Hg.

b) Presión arterial del perro = 140 mm Hg.

Respuestas: a: 239.940 barías = 0,237 atm b: 186.620 barías = 0,184 atm

2. Un tanque de 8 m de diámetro y 1,20 m de profundidad se llena con agua ($\delta=1\text{g/cm}^3$). Calcular la presión en el fondo y en un punto situado a 0,5 m debajo de la superficie.

Respuestas: 848,22 mm Hg 796,76 mm Hg

3. Calcule el valor de la presión a nivel del corazón en un caballo sabiendo que la presión sistólica medida en la cola es de 110 mm Hg y la diferencia de altura entre la arteria coccígea y el nivel del corazón es de 50 cm.

$$\delta \text{ sangre} = 1,05 \text{ g/cm}^3$$

$$\delta \text{ Hg} = 13,6 \text{ g/cm}^3$$

Respuesta: 148,6 mm Hg

4. Se desea inyectar por vía intravenosa una solución fisiológica, impulsada por la gravedad. $\delta_{\text{solución fisiológica}} = 1,01 \text{ g/cm}^3$

a) ¿A qué altura debe colocarse el frasco para que la presión inicial máxima sea de 58 mm de Hg?

b) Si la presión en la vena es de 18 mm Hg por encima de la atmosférica, ¿cuál es la altura mínima necesaria para que la solución entre en la vena?

Respuesta: a) 78,9 cm b) 24,5 cm

5. La velocidad media de la sangre en la aorta del perro es de 50 cm/s y su sección es de 1 cm². Calcular la sección total a nivel de capilares, sabiendo que la velocidad media en capilares es de 0,8 mm/s. Calcular también la sección en la vena porta sabiendo que la velocidad media es de 30 cm/s.

Respuestas: 625 cm² 1,66 cm²

6. Calcular el diámetro de la aorta humana conociendo la velocidad en la misma (30 cm/s). Además se sabe que la velocidad media en los capilares es de 0,5 mm/s y que la sección total es de 1800 cm².

Respuesta: 1,96 cm

7. Calcular la sección y el diámetro de un aneurisma sabiendo que la velocidad media en el mismo es de 3,5 cm/s y en vaso arterial de diámetro 2 cm, la velocidad media es de 30 cm/s.

Respuestas: $S = 26,91 \text{ cm}^2$ $d = 5,85 \text{ cm}$

8. Por un tubo de 20 cm² de sección pasa agua con una velocidad de 3 m/seg.

a) ¿Cuántos m³ por hora pasan por el tubo?

b) Si al primer tubo le sigue otro cuya sección es de 5 cm², ¿cuál será la velocidad en este último?

Respuestas: a: 21,6 m³/h b: 1.200 cm/seg.

9. Calcular el caudal a través de un aneurisma sabiendo que la diferencia de presiones a ese nivel es de 3 mm Hg y la viscosidad de la sangre es de 4,5 cp. El aneurisma tiene un diámetro de 0,5 cm y una longitud de 1,5 cm.

Respuesta: 90,83 cm³/seg

10. Calcular la diferencia de presiones en los extremos de un tubo sabiendo que tiene un diámetro de 6 mm y una longitud de 30 cm. El líquido que circula es agua de viscosidad 1 cp y el caudal es de 1600 cm³/seg.

Respuesta: 113,26 mm Hg

11. Calcular la resistencia periférica total de una persona que se halla en reposo, sabiendo que el flujo sanguíneo es de 100 ml/s y la diferencia de presión en las arterias de la gran circulación es de 100 mm Hg.

Respuesta: 1 URP

12. Calcule el valor de la resistencia de los distintos tramos del lecho circulatorio en URP a partir de la siguiente información: Caudal = 5,5 litros/min

presión (mm Hg)

Aorta	100
Arterias	95
Arteriolas	55
Capilares	30
Venas	10

Respuestas: 0,054 URP 0,436 URP 0,272 URP 0,218 URP

13. Calcular la diferencia de presiones cuando la resistencia periférica total es de 4 URP (contracción fuerte) y cuando hay dilatación intensa es de 0,25 URP. El caudal es de 100 ml/s.

Respuestas: 400 mm Hg 25 mm Hg

14. Por un tubo horizontal de 2 cm de longitud y 3,14 mm² de sección, circula agua de viscosidad = 10⁻² poise. Si el caudal es de 5 cm³/seg, calcular la diferencia de presión entre los extremos del tubo.

Respuesta: 1,91 mm Hg

15. Por un tubo de 5 mm de diámetro fluye agua (la viscosidad = 0,01 poise). Calcular la velocidad crítica sabiendo que para el régimen laminar el número de Reynolds debe ser 2000.

Respuesta: 40 cm/seg

16. Calcular el número de Reynolds en el siguiente caso: un líquido de $\delta = 1,024$ g/cm³ fluye a una velocidad de 27 cm/seg por un tubo de 2 cm de diámetro. La viscosidad del líquido es de 0,028 poise.

Respuesta: 1975

17. Verifique en las siguientes condiciones, si el flujo es laminar o turbulento a nivel de la aorta.

- Velocidad en el reposo = 30 cm/s
- Velocidad en la sístole = 40 cm/s
- Velocidad en el ejercicio violento = 120 cm/s

$$\eta \text{ sangre} = 4 \text{ cp} \quad \delta \text{ sangre} = 1,05 \text{ g/cm}^3 \quad \text{Diámetro aorta} = 2,5 \text{ cm}$$

18. Calcular la diferencia de presión que hay entre ambos extremos de un aneurisma de 12 cm de longitud por el cual circula sangre con una velocidad de 10 cm/seg. La viscosidad de la sangre es 4,5 cp y el radio del aneurisma de 2,8 mm.

Respuesta: 550 barias

19. a) Calcule el trabajo cardíaco de un caballo al inicio de la sístole.

$$\text{Presión en la aorta} = 100 \text{ mm Hg} \quad \text{Volumen Minuto} = 5 \text{ litros / min}$$

$$\text{Frecuencia Cardíaca} = 25 \text{ latidos / minuto} \quad \delta \text{ sangre} = 1,05 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Velocidad de la sangre} = 30 \text{ cm/s}$$

b) Calcule la potencia cardíaca.

Respuestas: a: 2,639 Joule b:1,1W

20. Un globo de goma se infla hasta un radio de 10 cm. La presión en el interior es de $1,001 \cdot 10^6$ barias y la presión exterior es de 10^6 barias. ¿Cuál es la tensión en la pared?

Rta: 5000 dinas/cm

21. Un alveolo típico tiene un radio de 0,01 cm y la tensión superficial es de 50 dina/cm .

a) ¿Cuál es la diferencia de presión entre el interior y el exterior del alveolo?

b) ¿Cuál sería la diferencia de presión entre el interior y el exterior del alveolo si el radio fuera de 0,005 cm?

Rta: a) 10.000 barias b) 20.000 barias

22. Si examinamos el circuito circulatorio correspondiente al hígado, bazo e intestino delgado, el caudal total a través del hígado recibe aporte de tres ramas en paralelo, a saber, H_2 = vasos del mismo hígado, B = bazo, I = intestino grueso y delgado. Calcular el caudal total en el hígado, a partir del siguiente esquema.

Datos: $R_{H_2} = 16,2 \text{ URP}$, $R_B = 9,8 \text{ URP}$, $R_I = 6,92 \text{ URP}$ y $R_H = 0,3 \text{ URP}$

$$P_2 = 96 \text{ mmHg} \quad P_1 = 8 \text{ mm Hg.}$$

Respuesta: $24,86 \text{ cm}^3/\text{seg}$

