

Física e Introducción a la Biofísica

Universidad de Buenos Aires
Ciclo Básico Común

Física
e
Introducción a la Biofísica
Guía de Actividades

UNIDAD 1 : Introducción a la Biomecánica

UNIDAD 2: Bases físicas de la Circulación y Respiración

Programa de la materia

Introducción a la Biomecánica

Las magnitudes fundamentales: masa, tiempo, espacio. El Sistema Internacional de Unidades (SIU). Velocidad y aceleración. Movimiento rectilíneo uniforme. El principio de Inercia. Fuerza. La aceleración de la gravedad. Movimiento uniformemente acelerado. Trabajo y energía. Potencia. Unidades. Oscilaciones. Frecuencia y período.

Perspectiva biofísica:

El hombre como estructura mecánica sobre la superficie de la Tierra.

Bases Físicas de la Circulación y Respiración

Leyes generales de la hidrostática. Unidades de presión. Presión hidrostática. Principio de Pascal. Columna líquida. Gases. Ecuación general del estado gaseoso. Ley de Dalton. Interfases líquido-gas. Propiedades de los gases en solución. Presiones parciales de un gas en un medio líquido. Evaporación y grado de humedad. Dinámica de fluidos. Teorema de Bernoulli. Líquidos ideales. Sistemas tubulares. Sistemas tubulares cerrados. Ecuación de continuidad. Líquidos reales. Viscosidad. Ley de Poiseuille.

Perspectiva biofísica:

El aparato circulatorio humano como sistema tubular cerrado en el campo gravitatorio.

Las Bases Físico-químicas de la Vida

Soluciones. Concentración. Molaridad. Sustancias electrolíticas y no electrolíticas. Equivalente químico. Compartimentos físicos y químicos. Volumen y masa de un compartimento. El concepto de permeabilidad. Los grandes mecanismos disipativos. Gradientes químicos. Difusión. Gradientes osmóticos. Presión osmótica y leyes de los gases. Ósmosis.

Perspectiva biofísica:

Introducción al estudio de las membranas biológicas.

La Termodinámica de los Seres Vivos

Diferencia entre calor y temperatura. Escalas de temperatura. Calor y trabajo. El primer principio de la termodinámica. Sistemas abiertos, cerrados y aislados. Estados de equilibrio y estados estacionarios. Distintos tipos de energía: mecánica, térmica, química. El concepto de entropía y el segundo principio.

Perspectiva biofísica:

El hombre como sistema termodinámico.

Bases Físicas de los Fenómenos Bioeléctricos

Carga y diferencia de potencial. Corriente eléctrica. Medios conductores sólidos y líquidos. Resistencia y conductancia. Capacidad. Unidades. El concepto de pila o batería. Circuitos en medios sólidos y líquidos. Gradientes eléctricos.

Perspectiva biofísica:

Los fenómenos bioeléctricos en el hombre.

Introducción al manejo de señales en los seres vivos

Fenómenos ondulatorios. Características básicas de la luz y el sonido.

Perspectiva biofísica:

Bases físicas de la visión y la audición.

Programa analítico

Contenidos procedimentales

Interpretación y confección de gráficos. Conversión de unidades. Extracción de información a partir de enunciados coloquiales. Identificación de relaciones funcionales entre magnitudes. Aplicación de modelos teóricos a situaciones prácticas sencillas.

Contenidos conceptuales

UNIDAD 1: Introducción a la Biomecánica

1.a Cinemática: Descripción de los movimientos. Posición y tiempo. Tablas, gráficos y ecuaciones horarias. Conceptos de velocidad y aceleración. Movimientos rectilíneos sencillos: uniforme y uniformemente variado. Aceleración de la gravedad. Gráficos de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo. Generalización de los conceptos de velocidad y aceleración a diversas tasas de crecimiento.

1.b Dinámica: Noción de fuerza. Representación vectorial de las fuerzas. Diagrama de cuerpo libre. Fuerza resultante. Leyes de Newton: principio de inercia, de masa y de interacción. Peso y masa. Unidades: newton y kilogramo fuerza.

1.c Trabajo y Energía: Trabajo de una fuerza: definición y unidades. Trabajo de un conjunto de fuerzas. Cálculo del trabajo a partir de gráficos. Energía cinética, potencial y mecánica. Fuerzas no conservativas. Teorema de conservación de la energía mecánica. Potencia media e instantánea.

UNIDAD 2: Bases físicas de la Circulación y Respiración

2.a Hidrostática. Fuerza y presión. Principio de Pascal. Teorema fundamental de la hidrostática. Presión atmosférica. Unidades.

2.b Hidrodinámica. Fluidos ideales. Caudal. Regímenes: estacionario, laminar. Ecuación de continuidad y teorema de Bernoulli. Condiciones de validez y aplicaciones.

2.c Viscosidad. Resistencia hidrodinámica. Ley de Poiseuille. Resistencias hidrodinámicas en serie y en paralelo. Potencia.

2.d Gases. Temperatura absoluta. Concepto de gas ideal. Ecuación de estado. Mezcla de gases: presiones parciales y ley de Dalton. Equilibrio líquido-vapor: presión de vapor. Humedad relativa.

2.e Difusión y Ósmosis. Gradientes químicos. Difusión. Flujo y densidad de flujo. Ley de Fick. Permeabilidad. Membrana semipermeable. Ósmosis. Presión osmótica. Molaridad y osmolaridad. Ley de Van't Hoff. Ósmosis inversa. Diálisis

UNIDAD 3: La termodinámica de los seres vivos

3.a Calor y temperatura: Equilibrio térmico. Termómetros. Escalas termométricas: Celsius y Kelvin. Calorimetría con y sin cambio de fase. Resolución gráfica y analítica. Transmisión del calor: conducción (ley de Fourier), convección (cualitativo) y radiación térmica (ley de Stefan-Boltzmann). Relaciones de escala: tamaño y tasa de intercambio.

3.b Primera ley de la termodinámica: Sistemas abiertos, cerrados y aislados. Estados de equilibrio y estados estacionarios. Trabajo termodinámico. Calor. Primera ley de la termodinámica. Energía interna. Aplicación a gases y otros sistemas sencillos. Evoluciones abiertas y cerradas. Análisis gráfico.

3.c Segunda ley de la termodinámica: Procesos reversibles e irreversibles. Segunda ley. Ciclos. Entropía. Rendimiento. Cálculo de variación de entropía en casos sencillos. El aumento de entropía del universo.

UNIDAD 4: Bases físicas de los fenómenos bioeléctricos

4.a Electrostática: Carga eléctrica. Conservación de la carga. Conductores y aisladores. Campo eléctrico. Energía potencial eléctrica. Diferencia de potencial. Relación entre campo y diferencia de potencial. Gradiente de potencial. Capacitores. Energía almacenada. Asociación en serie y en paralelo.

4 b Electrodinámica: Intensidad de corriente eléctrica. Régimen estacionario: corriente continua. Ley de Ohm: resistencia eléctrica. Resistividad. Fuerza electromotriz. Potencia eléctrica. Asociación de resistencias en serie y en paralelo. Circuitos simples. Amperímetro y voltímetro. Seguridad eléctrica.

Temas a desarrollar en las Facultades

Cada Facultad incluirá, además y si lo considera conveniente, algunos de los siguientes contenidos conceptuales:

- Estática: momentos, palanca, equilibrio.
- El hombre como estructura mecánica sobre la superficie de la Tierra.
- Principio de Arquímedes.
- El aparato circulatorio humano como sistema tubular cerrado en el campo gravitatorio. Introducción al estudio de las membranas biológicas.
- El hombre como sistema termodinámico.
- Entalpía y energía libre.
- Electrolitos. Ley electroquímica de Faraday. Conductancia en electrolitos.
- Los fenómenos bioeléctricos en el hombre.
- Fenómenos ondulatorios. Características básicas de la luz y el sonido.
- Bases físicas de la visión y la audición.

UNIDAD 1: Introducción a la Biomecánica

Ejercitación

Esta actividad le permitirá resolver ejercicios en orden creciente de dificultad. Revise sus resultados con los ofrecidos en la guía. Resuelva los ejercicios sin omitir pasos y trate de justificar los razonamientos que utiliza.

- 1) Para comprender las nociones básicas de movimientos rectilíneos, le proponemos que imagine la siguiente situación:

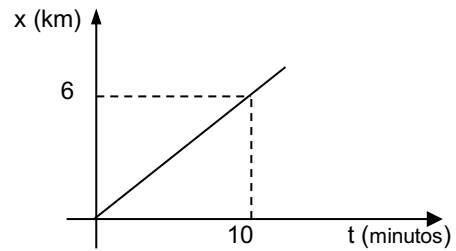
En la reparación de un camino recto está trabajando una aplanadora. En la tabla adjunta, con el fin de describir su movimiento, se indican sus posiciones en algunos instantes de tiempo.

t	seg	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
x	m	20	25	40	70	100	130	150	160	160	160	150	130

Le pedimos que:

- Represente en el sistema de ejes de la figura, los pares (tiempo; posición)
 - Una los puntos con una curva suave, continua. Respecto a la descripción del movimiento de la aplanadora, ¿qué significado físico tiene unir los puntos? Explique.
 - Si la aplanadora se mueve sobre un camino recto, ¿cómo es posible que el gráfico $x = x(t)$ sea una curva?
 - ¿Dónde estaba la aplanadora en $t = 0$?
 - ¿Entre 0 y 50 segundos, avanzó o retrocedió?, ¿y entre 50 y 70 segundos?
 - ¿En algún instante, o en algún intervalo de tiempo la aplanadora estuvo detenida?
 - ¿En qué instante comenzó a retroceder?
 - ¿Entre 0 y 70 segundos se movió siempre del mismo modo, o a veces se desplazó más rápido y a veces más lento? Justifique.
 - ¿Hubo alguna etapa en la que se desplazara distancias iguales en intervalos de tiempo iguales? Justifique.
 - Escriba la ecuación horaria de posición para el movimiento de la aplanadora entre 20 y 50 seg.
 - Describa con palabras cómo varió la velocidad de la aplanadora desde $t = 0$ hasta $t = 110$ seg.
 - ¿Durante qué intervalos de tiempo la aplanadora aceleró (cambió su velocidad)?
 - ¿Durante cuál o cuáles de los intervalos anteriores aumentó el módulo de su velocidad (lo que en el lenguaje cotidiano llamamos "aceleró") y durante cuál o cuáles frenó? Justifique.
 - ¿Podría afirmar que en los intervalos mencionados en el ítem l, el movimiento de la aplanadora fue rectilíneo uniformemente variado? Explique.
- 2) Un coche recorre 160 kilómetros cada 4 horas a velocidad constante.
- ¿Cuál es su velocidad en metros por minuto? ¿Y en metros por segundo?
 - Determine cuánto se ha desplazado en 50 segundos, en 25 minutos, y en un día.
 - Grafique la posición en función del tiempo durante los primeros 15 minutos.
- 3) Si 25 segundos después de haber visto un relámpago se percibe el ruido del trueno ¿a qué distancia de nosotros se produjo el fenómeno si la velocidad del sonido en el aire es de 344m/seg y se desprecia el tiempo de propagación de la luz?

- 4) Un móvil se mueve en forma rectilínea de acuerdo al siguiente gráfico de posición en función del tiempo.
- ¿Con qué velocidad se desplaza?
 - ¿Dónde se hallará a las 2 horas?



- 5) ¿A qué hora debe pasar un automovilista por la localidad A, a una velocidad constante de 80 km/h, si desea alcanzar a las 13 horas a otro automovilista que pasó por el mismo lugar a las 8 horas y que mantiene una velocidad constante de 40 km/h?
- 6) Un corredor recorre 500 metros llanos en 80 segundos, a velocidad que puede considerarse constante durante cada tramo. Al llegar al extremo del recorrido se detiene durante diez segundos y retorna por el mismo camino en 100 segundos.
- ¿Cuánto vale la velocidad a la ida? ¿Cuánto vale la velocidad a la vuelta?
 - Grafique la posición del corredor desde que sale hasta que vuelve.
 - ¿Dónde se hallará el corredor a los 40, a los 85 y a los 125 segundos?
- 7) Un objeto recorre 240 km en dos horas y luego 240 km más en tres horas.
- Calcule el valor de la velocidad media en las dos primeras horas, en las tres últimas y en el recorrido total.
 - Grafique la posición en función del tiempo.

8) Este ejercicio le ayudará a comprender las ecuaciones horarias y los gráficos del movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). Utilice papel milimetrado para los gráficos:

Un auto se desplaza en línea recta. En $t = 0$, pasa por un punto ubicado a 12 m del origen del sistema de referencia elegido, alejándose con velocidad 10 m/s. En ese instante acelera, con aceleración constante 2 m/s^2 que mantiene durante 5 segundos.

t(s)	v(m/s)	x(m)
0		
1		
2		
3		
4		
5		

Respecto de la velocidad:

- ¿Qué significa que la aceleración es 2 m/s^2 ?, ¿qué significa que es constante?
- ¿Qué es lo que varía uniformemente en el MRUV?
- Conociendo la velocidad en $t = 0$ y el valor de la aceleración, complete la segunda columna de tabla.
- Grafique la velocidad del auto en función del tiempo.
- ¿Cómo hubiera sido el gráfico si el auto no hubiera acelerado? Compare
- ¿Qué representa la pendiente en un gráfico velocidad en función del tiempo?
- Escriba la ecuación horaria de velocidad para el auto.

De lo discutido resulta que la forma general de la ecuación horaria de velocidad para un MRUV es:

$$v = v_i + a (t - t_i)$$

Respecto de la posición:

- a) ¿Se desplazará el auto lo mismo entre 0 y 1 segundo que entre 3 y 4 segundos? Explique
 b) Deduzca (con ayuda del docente) la ecuación horaria de posición para un MRUV.

La forma general de ecuación horaria de posición para un MRUV es:

$$x = x_i + v_i(t - t_i) + 1/2 a (t - t_i)^2$$

- c) ¿Qué representan los dos primeros términos de esta ecuación?
 d) Escriba la ecuación horaria de posición para el auto.
 e) Complete la tercer columna de la tabla adjunta.
 f) Grafique la posición del auto en función del tiempo. ¿Qué curva obtiene?
 g) Determine en forma aproximada, a partir de este gráfico, la velocidad en $t = 0$ s y en $t = 3$ s. ¿Qué valores obtiene? ¿Coinciden con los que debía obtener? Explique.

Dos finales para el mismo cuento:

FINAL 1:

Si a partir de $t = 5$ s y hasta $t = 8$ s el auto deja de acelerar, describa lo que sucederá, escriba las ecuaciones correspondientes, complete la tabla adjunta y continúe los gráficos de velocidad en función del tiempo y de posición en función del tiempo.

t (s)	v(m/s)	x(m)
5		
6		
7		
8		

FINAL 2:

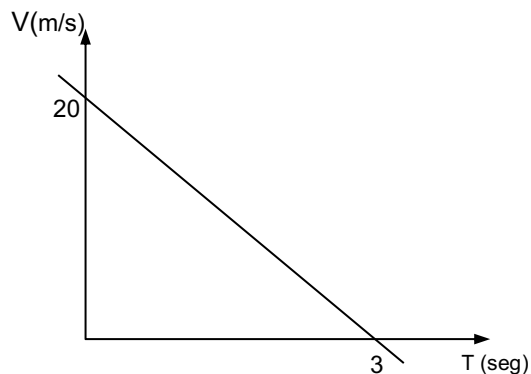
Si a partir de $t = 5$ s y hasta $t = 8$ s el auto frena con aceleración constante -3m/s^2 , describa lo que sucederá, escriba las ecuaciones correspondientes y continúe los gráficos de velocidad en función del tiempo y de posición en función del tiempo.

t (s)	v(m/s)	x(m)
5		
6		
7		
8		

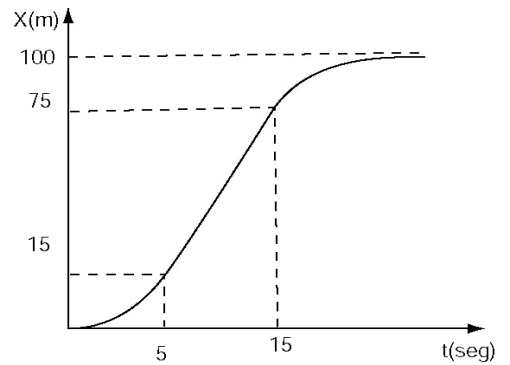
- 9) Un móvil realiza un movimiento rectilíneo uniformemente variado, experimentando un desplazamiento de 32 m en un intervalo de tiempo de 4 segundos. Si la velocidad inicial es de 10 m/seg, calcular la aceleración a la que está sometido.
- 10) Un automóvil debe alcanzar, partiendo del reposo, una velocidad de 100 km/h en 10 segundos.
 a) ¿Qué aceleración debe tener este automóvil (supuesta constante)?
 b) ¿Cuál será su velocidad al cabo de 5 segundos?
 c) Grafique la velocidad y la posición en función del tiempo (en los primeros 10 segundos).
- 11) Un subterráneo ingresa a una estación a 36 km/h. Debe detenerse en 10 segundos.
 a) ¿Cuál debe ser su aceleración de frenado (supuesta constante)?
 b) ¿Qué distancia recorre el subte en los cinco primeros segundos, contados desde que entra a la estación?
 c) ¿Qué velocidad tendrá el subte un segundo antes de detenerse?

- 12) Un móvil recorre dos tramos rectilíneos sucesivos. El primer tramo, de 200 m, lo hace a una velocidad constante de 10 m/seg. El segundo tramo lo hace en 10 seg y en forma uniformemente variada, duplicando su velocidad en esos 10 segundos.
- Calcular la velocidad media en cada tramo y en el recorrido total.
 - Graficar, para el recorrido total, la aceleración, velocidad y posición en función del tiempo.
- 13) Un objeto cae partiendo del reposo desde una altura de 25 m respecto del piso.
- ¿Cuánto tiempo tarda en llegar al piso?
 - ¿A qué altura del piso se hallará a los 2 segundos de la partida?
 - ¿Qué velocidad tendrá en ese momento?
 - Grafique la posición y la velocidad desde que parte hasta que llega al piso.
 - ¿Con qué velocidad, como mínimo, debería ser lanzado desde el piso hacia arriba para llegar otra vez hasta una altura de 25 m?
- 14) Un cuerpo cae libremente, partiendo del reposo, y emplea 4 segundos en recorrer la primera mitad de su desplazamiento.
- ¿Cuál es el desplazamiento total?
 - ¿Con qué velocidad pasa por la mitad de su recorrido?
- 15) Una partícula disparada verticalmente hacia arriba está a 200 m de altura respecto del punto de lanzamiento a los 10 segundos de la partida.
- Hallar la velocidad inicial.
 - Determinar la máxima altura que alcanzará la partícula.
- 16) Considerando un sistema de coordenadas positivo hacia arriba:
- Representar velocidad en función del tiempo para un objeto que es arrojado hacia arriba, queda pegado en el techo durante unos instantes y luego cae.
 - Representar posición en función del tiempo para el mismo movimiento.
- 17) Represente gráficamente aceleración en función del tiempo para una persona que salta repetidamente sobre una cama elástica.

- 18) El siguiente gráfico representa la velocidad de un móvil en función del tiempo, considerando que el móvil parte desde el origen.
- ¿Cuáles son su velocidad y su posición al cabo de tres segundos?
 - ¿Cuánto vale su aceleración?
 - ¿Volverá al punto de partida?
¿Cuándo?
 - Grafique la posición en función del tiempo en los primeros 10 s.



19) El gráfico representa en forma aproximada la posición en función del tiempo para un corredor en una carrera de 100 m. Analice el gráfico y responda:



- ¿Cuál es la velocidad máxima que desarrolla?
- ¿Se detiene al llegar a la meta?
- Efectúe un gráfico aproximado de $v = v(t)$.
Los tramos curvos son arcos de parábola. La curva pasa por el punto $(0;0)$

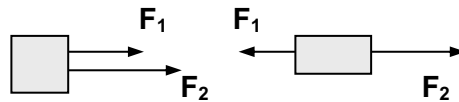
20) ¿Qué única fuerza hay que aplicar sobre un coche de 1000 kg para que adquiera una aceleración de 2 m/s^2 ?

21) Un niño mantiene sobre su mano una pelota en equilibrio.

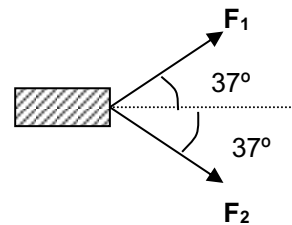
- ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota? Identifique las reacciones correspondientes.
- Si ahora lanza la pelota al aire:
¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras está subiendo en contacto con la mano? ¿Cómo es el módulo de la fuerza de contacto entre la mano y la pelota, con respecto al peso de la pelota? Identifique las reacciones correspondientes.
¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras está en el aire?
Aclare las suposiciones que emplea para resolver este problema.

22) En los siguientes esquemas se aplican fuerzas $F_1 = 10 \text{ kgf}$ y $F_2 = 15 \text{ kgf}$ a un mismo cuerpo, de masa 40 kg. Para cada caso:

- Dibuje la fuerza resultante.
- Calcule la aceleración del cuerpo.



23) Dos remolcadores llevan un barco de 1000 toneladas hasta una dársena, tirando cada uno con una fuerza constante de $2 \times 10^5 \text{ N}$, como indica la figura. Si la fuerza de rozamiento que ejerce el agua sobre el barco es 10^5 N , ¿cuál es la aceleración del barco?



24) Un jugador de fútbol patea una pelota de 0,4 kg con una fuerza media de 50 N.

- ¿Qué dirección tiene la aceleración media? ¿Cuál es su valor?
- ¿Con qué velocidad sale disparada la pelota si inicialmente estaba en reposo y el impacto dura 0,5 segundos?
- ¿Cuáles de las respuestas anteriores se modifican si, en el instante en que el jugador patea, la pelota tenía velocidad no nula? Explique.

25) Si un avión de 2500 kg vuela horizontalmente a velocidad constante.

- ¿Cuánto vale la resultante de fuerzas sobre el avión?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza ascensional que el aire ejerce sobre el avión?

- 26) Una persona de 50 kg salta hacia arriba con una aceleración de despegue de 20 m/s^2 .
- ¿Cuánto vale la fuerza que el piso ejerció sobre la persona?
 - ¿Cuántas veces su peso vale esta fuerza?
- 27) El conductor de un auto que se estaba desplazando a 72 km/h , frena al ver el semáforo en rojo. El vehículo, de 1000 kg , se detiene en 50 m , frenando con aceleración constante.
- Dibujar todas las fuerzas que actúan sobre el vehículo, e identificar sus pares de interacción.
 - Calcular el valor de la fuerza que actúa en el frenado.
- 28) Un ascensor de 800 kg sube aumentando su velocidad a razón de 2 m/s en cada segundo.
- Calcular la fuerza que ejerce el cable que lo eleva.
 - Si se corta el cable, ¿el ascensor sigue subiendo? ¿Por qué?
 - ¿Cuál es la aceleración del ascensor al cortarse el cable?
- 29) Se aplica una fuerza de 20 N que forma un ángulo hacia arriba de 37° con la horizontal a un bloque de 5 kg que se halla sobre una superficie horizontal. ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento si el bloque se desplaza con velocidad constante de 2 m/s ?
- 30) Un bloque de 5 kg desliza con rozamiento despreciable por un plano inclinado recorriendo, a partir del reposo, 1 m al cabo de 2 segundos.
- Hallar la componente del peso paralela al plano inclinado.
 - ¿Qué tiempo tardará en recorrer la misma distancia con las mismas condiciones iniciales otro cuerpo de masa doble?
- 31) La base de un plano inclinado mide 12 m y la altura 5 m . Desde la cúspide del plano, parten simultáneamente, desde el reposo, dos móviles, uno por el plano inclinado y el otro en caída libre. Despreciando los rozamientos:
- Calcular el tiempo que cada uno tarda en llegar a la base del plano.
 - Hallar la velocidad que tiene cada uno al llegar a la base del plano.
- 32) Un esquiador de 80 kg se deja caer por una colina de 30 metros de altura, partiendo con una velocidad inicial de 6 m/s . No se impulsa con los bastones y se puede despreciar el rozamiento con la nieve y con el aire.
- ¿Cuál es la energía mecánica inicial del esquiador? ¿Cambia este valor a lo largo del recorrido? Justifique su respuesta analizando las fuerzas que actúan sobre el esquiador.
 - ¿Con qué velocidad llega el esquiador al pie de la colina?
 - ¿Qué debería hacer el esquiador para llegar al pie de la colina con una velocidad de 30 m/s ? Justifique su respuesta sobre la base de consideraciones dinámicas y energéticas (dé valores numéricos).
 - ¿Y si quisiera llegar con una velocidad de 15 m/s ?
- 33) El empleado de una empresa de mudanzas desea transportar un mueble. Calcule el valor y el signo del trabajo entregado por el hombre al mueble en las cuatro situaciones que siguen:
- Lo empuja con una fuerza de 1000 N , paralela al piso, a lo largo de 8 metros.
 - Tira del mueble con una fuerza de 1000 N por medio de una soga que forma un ángulo de 30° con la horizontal a lo largo de 8 m .

- c) El mueble se venía moviendo por un plano horizontal y el empleado lo detiene aplicándole una fuerza de 1000 N, paralela al piso, a lo largo de 6 metros.
- d) Camina horizontalmente, con velocidad constante, cargando el mueble sobre sus hombros.

34) Un caballo arrastra una carreta de 1000 kg, por un camino horizontal, a lo largo de 50 m. La lleva desde el reposo hasta una velocidad de 6 m/s. La fuerza que hace el caballo, que es de 500 N, forma un ángulo de 15° con la dirección de avance de la carreta.

- a) ¿Qué variación de energía cinética experimenta la carreta?
- b) ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza que ejerce el caballo sobre la carreta?
- c) ¿Cuánto vale el trabajo de la fuerza de rozamiento carreta-piso?

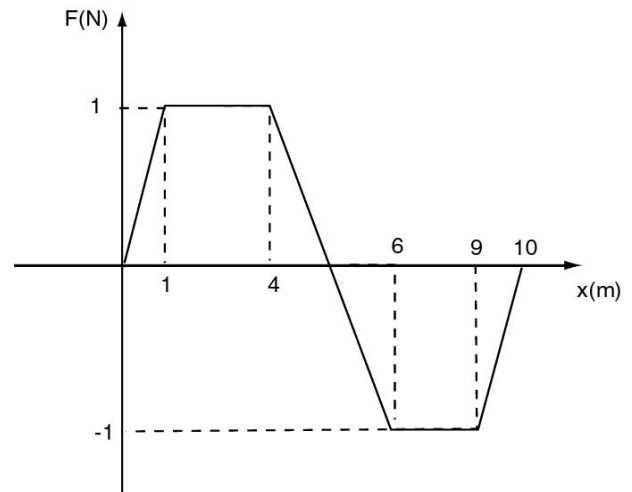
35) Un muchacho de 40 kg se deja caer en una patineta desde una altura de 4 m por una pista semicircular. Parte del reposo y llega, en el lado opuesto de la pista, hasta una altura máxima de 3 m.

- a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la persona y cuáles de ellas hacen trabajo?
- b) ¿Cuánto vale el trabajo de las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el sistema muchacho - patineta (que ejercen el aire y el piso en conjunto)?
- c) ¿Podría haber llegado hasta una altura de 4 m? Dé varias alternativas y justifíquelas.

36) Un levantador de pesas eleva desde el piso hasta una altura de 2 m, una barra cuya masa total es de 150 kg. Para efectuar este proceso emplea 10 segundos.

- a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la barra?, ¿cuáles de ellas hacen trabajo?
- b) ¿Cuánta energía ganó la barra?, ¿cuánto trabajo le entregó el hombre?
- c) ¿Cuál es la potencia media transferida por el hombre a la barra?
- d) Calcule la energía que pierde el hombre sabiendo que para un proceso de esta naturaleza sólo el 12% de esta energía se aprovecha en realizar trabajo sobre la barra. ¿A qué velocidad la pierde?
- e) Si la energía se conserva, ¿dónde está la energía que el hombre perdió y la barra no ganó?
- f) ¿Cuáles de las respuestas anteriores cambian si el hombre demora 20 segundos en levantar las pesas?

37) El gráfico representa la componente de la fuerza resultante en la dirección del movimiento en función de la posición, para un cuerpo de 5 kg, que inicialmente se mueve a 0,2 m/s.



- a) Calcule el trabajo de la fuerza resultante para el desplazamiento del primer metro, del segundo metro y de los cinco primeros metros.
- b) Determine en qué posición el cuerpo tendrá el valor máximo de la energía cinética y en cual el valor mínimo.
- c) ¿En cuál o cuáles posiciones su velocidad es de 1 m/seg?

38)

- i. Calcule, por consideraciones energéticas, la velocidad con la que debe lanzarse una piedra verticalmente hacia arriba para que alcance una altura de 5m. Desprecie el rozamiento con el aire.
- b) Si la piedra se lanzara oblicuamente, para que llegara a una altura máxima de 5 m, ¿debería arrojarse a mayor velocidad o la misma? Justifique su respuesta, también en términos energéticos.
- c) Realice los gráficos de energía cinética, potencial y mecánica en función de la altura.

39) Calcule la potencia involucrada en los siguientes procesos (expresé los resultados en W y en HP) Nota: 1HP = 746 W

- a) Levantar un bloque de 50 kg a velocidad constante de 1 m/s.
- b) Subir 10 litros de agua hasta una altura de 10 metros, en 20 segundos.
- c) Generar 1 kWh de energía eléctrica en un día.

40) Un automóvil de 1.000 kg sube una pendiente de 37° a una velocidad constante de 54 km/h. Considerando que la fuerza de fricción con el aire vale 200 N, calcular la potencia que desarrolla el motor.

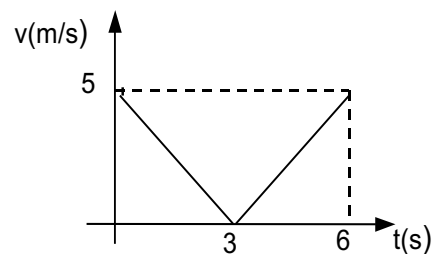
Ejercicios de elección múltiple

Mediante estos ejercicios podrá practicar otra forma de responder preguntas de Física. Le recomendamos que lea atentamente el enunciado y recién después pase a buscar la solución. En algunas situaciones la solución puede obtenerse descartando las opciones que conceptualmente son imposibles. En otros casos será necesario hacer cálculos del mismo modo que en un problema de desarrollo.

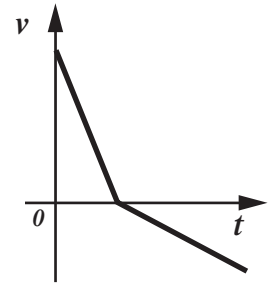
- 1) ¿En qué distancia se detendrá, al frenar, una moto que se mueve a 120 km/h, si esa misma moto, moviéndose a 60 km/h, se detiene en 50 m? Considere que la fuerza de frenado es constante y la misma en los dos casos.
 - a) 50 m
 - b) 100m
 - c) 150m
 - d) 200 m
 - e) faltan datos
 - f) ninguna de las anteriores
- 2) Un proyectil es lanzado verticalmente hacia arriba, en el vacío, con una velocidad inicial de 60 m/s. ¿Cuál es la altura máxima alcanzada?
 - a) 30 m
 - b) 60 m
 - c) 600 m
 - d) 180 m
 - e) 360 m

3) El gráfico representa la velocidad en función del tiempo de un móvil que:

- a) recorre 15m en los primeros 3 seg y en los siguientes 3 seg vuelve donde estaba.
- b) recorre 7,5m en los primeros 3 seg y en los siguientes 3 seg vuelve donde estaba.
- c) recorre 15 m en los primeros 3 segundos y luego otros 15 m en el mismo sentido, en los siguientes 3 segundos.
- d) recorre 7,5 m en los primeros 3 segundos y luego otros 7,5 m en el mismo sentido, en los siguientes 3 segundos.
- e) retrocede 5m durante los primeros 3 segundos y avanza 5 m durante los 3 segundos siguientes
- f) se mueve con aceleración constante durante los 6 segundos

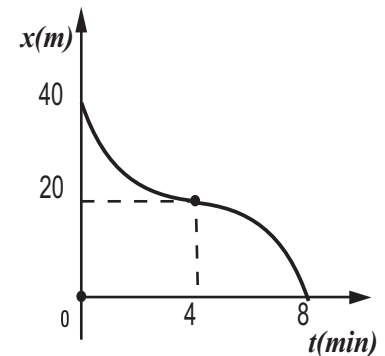


4) El gráfico representa la velocidad en función del tiempo para un objeto en movimiento rectilíneo. ¿Cuál de los siguientes casos se corresponde con el gráfico?



- a) Un objeto que es arrojado hacia arriba por un plano inclinado sin rozamiento.
- b) Un coche que frena hasta detener su marcha y luego continúa moviéndose en el mismo sentido.
- c) Una pelota arrojada verticalmente hacia arriba que se mueve libremente.
- d) Un objeto que cae desde cierta altura y rebota en el piso perdiendo energía al hacerlo.
- e) Un auto que frena en un semáforo, queda detenido unos segundos y luego arranca marcha atrás.
- g) Un cuerpo que, arrojado hacia arriba por un plano inclinado con rozamiento, sube y luego baja.

5) Un coche se mueve por un camino rectilíneo. El gráfico indica su posición en función del tiempo.



- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
- a) La fuerza resultante sobre el coche es constante.
- b) El coche disminuye su velocidad durante los primeros 40 minutos y luego vuelve, moviéndose cada vez más rápido.
- c) La fuerza resultante sobre el coche cambia de sentido en $t = 40$ minutos.
- d) La velocidad disminuye todo el tiempo durante los primeros 80 minutos.
- e) El coche aumenta su velocidad durante los primeros 40 minutos y luego frena hasta detenerse en $t = 80$ minutos.
- f) La velocidad cambia de sentido en $t = 40$ minutos.

6) Indicar cuál de las siguientes proposiciones es la única correcta:

- a) Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto es cero, estará necesariamente en reposo.
- b) Una bolsa de papas que pese 50 kgf en la Tierra, tendrá una masa de 50 kg en todas partes.
- c) Una bolsa de carbón que tenga una masa de 20 kg en la Tierra, pesará 20 kgf en todas partes.
- d) Si dos equipos juegan tirando de una soga, ésta hace menos fuerza al equipo que gana que al que pierde.
- e) Durante todo el viaje de un ascensor, la fuerza que el piso hace sobre los zapatos equilibra al peso.
- f) Para que un objeto se mantenga en movimiento rectilíneo uniforme hay que aplicarle una fuerza.

7) Una locomotora arrastra un tren compuesto por dos vagones sobre una vía horizontal sin rozamiento. La locomotora ejerce una fuerza F sobre el primer vagón. El primer vagón posee una masa M y el segundo una masa de $2M$. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

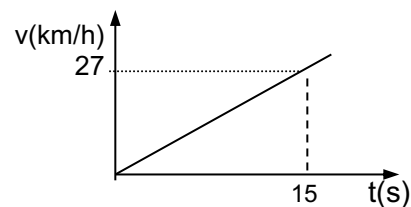
- a) La aceleración del tren es $F/2M$.
- b) La aceleración del tren es $2F/3M$.
- c) La aceleración del primer vagón es igual a la mitad de la del segundo.
- d) La aceleración del segundo vagón es igual a la mitad que la del primero.
- e) La fuerza resultante que actúa sobre el primer vagón es el doble de la fuerza resultante que actúa sobre el segundo.
- f) La fuerza resultante que actúa sobre el segundo vagón es el doble de la fuerza resultante que actúa sobre el primero.

- 8) Sobre un pasajero en reposo dentro de un ascensor, el piso ejerce una fuerza cuyo módulo es $\frac{4}{5}$ del peso del hombre. En estas condiciones el ascensor puede estar:
- ascendiendo y frenando con una aceleración de $\frac{4g}{5}$.
 - descendiendo y frenando con una aceleración de $\frac{g}{5}$.
 - moviéndose con velocidad constante.
 - ascendiendo y frenando con una aceleración de $\frac{g}{5}$.
 - en caída libre.
 - descendiendo y frenando con una aceleración de $\frac{4g}{5}$.

- 9) Una niña alcanza balanceándose en una hamaca, una altura de 1,25 m respecto de la posición más baja de su recorrido. Despreciando las fuerzas de rozamiento, la velocidad de la niña en la posición más baja es:

- 5 m/s
- 0,5 m/s
- 4 m/s
- 2,2 m/s
- falta la masa
- ninguna de las anteriores.

- 10) El gráfico de la figura representa la velocidad en función del tiempo para un tren que se mueve por una vía recta. Indique cuál de las afirmaciones siguientes es la única correcta:



- En 15 segundos el tren recorre 27 km.
- El tren se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme, siendo su velocidad 27 km/h.
- La fuerza resultante sobre el tren es cero.
- El tren se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración 10 m/s^2 .
- El tren se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración $0,5 \text{ m/s}^2$.
- El gráfico de posición en función del tiempo es una recta.

- 11) A un libro de masa 0,5 kg que está inicialmente quieto, apoyado sobre una mesa horizontal, se le aplica una fuerza constante de 2 N, paralela a la mesa. Puede considerarse despreciable el rozamiento. Mientras está aplicada la fuerza, ¿cuál de las afirmaciones siguientes es la única correcta?

- El libro no se mueve porque la fuerza aplicada es menor que el peso.
- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniforme porque la fuerza aplicada es constante.
- El libro no se mueve porque a la acción de una fuerza se opone una reacción igual y opuesta.
- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, siendo su aceleración 10 m/s^2 .
- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, aumentando su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.
- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado, disminuyendo su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.

- 12) Un trineo se desliza 100 m por una colina que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Parte del reposo y llega a la base de la colina con una velocidad de 20 m/s. ¿Qué fracción de su energía mecánica se ha perdido por rozamiento? (Considere energía potencial nula en la base de la colina)

- 20 %
- 40 %
- 50 %
- 60 %
- 80 %
- ninguna de las anteriores.

13) ¿Cuánto cuesta mantener encendida durante 30 días, una lámpara de 100 W, si la energía eléctrica cuesta 8 centavos el kilowatt - hora?

- a) \$57,6 b) \$12,8 c) \$5,76
d) \$1,28 e) \$8,00 f) ninguna de las anteriores.

14) Un cuerpo baja una cierta distancia con velocidad constante por un plano inclinado. Entonces se cumple que:

- a) Sólo actúan el peso y la reacción normal del plano.
b) El trabajo realizado por el peso es negativo.
c) El trabajo del peso es igual a la variación de la energía cinética.
d) La energía mecánica del cuerpo se mantiene constante.
e) La energía mecánica del cuerpo disminuye a medida que baja.
f) La fuerza peso no realiza trabajo.

15) ¿Qué potencia media en HP entrega el motor a un auto de 1500 kg que parte del reposo y alcanza en 30 segundos una velocidad de 30 m/s? Aproximadamente:

- a) 22.500 b) 30,2 c) 22,5
d) 904,8 e) $27,1 \times 10^3$ f) ninguno de los anteriores.

16) Para elevar un cajón hasta una terraza ubicada a 5 m de altura, un hombre utiliza un plano inclinado colocado entre el piso y la terraza. Apoya el cajón sobre el plano y lo empuja. El cajón parte del reposo y se detiene al alcanzar los 5 m de altura. Se desprecia el rozamiento entre el cajón y el plano. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- a) La energía que el hombre debe entregar al cajón depende de la inclinación del plano.
b) La energía mecánica del cajón no cambia.
c) La energía mecánica que gana el cajón depende de su peso y de los 5 m de altura.
d) La energía que pierde el hombre es igual a la que gana el cajón.
e) El trabajo de la fuerza que ejerce el hombre sobre el cajón es mayor que la variación de la energía mecánica que experimenta el cajón.
f) Las fuerzas que actúan sobre el cajón son dos: el peso y la fuerza que ejerce el hombre.

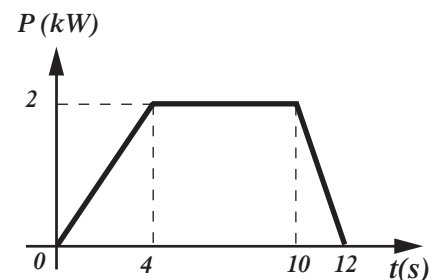
17) Tres cuerpos del mismo peso son elevados desde el suelo hasta una altura de 10 m, por medio de escaleras mecánicas que los suben con velocidad constante de igual módulo y están inclinadas 30° , 45° y 60° respecto a la horizontal. Con respecto al trabajo realizado por las fuerzas que ejercen las escaleras sobre los cuerpos y la potencia desarrollada por las mismas, se cumple que:

- a) El trabajo es cero en los tres casos, pero las potencias no.
b) La potencia es la misma en los tres casos pero los trabajos son distintos.
c) Las potencias son distintas en los tres casos y los trabajos también.
d) La potencia es cero en los tres casos.
e) Los trabajos son iguales en los tres casos, pero las potencias son diferentes.
f) La potencia es la misma en los tres casos y el trabajo también.

18) El gráfico corresponde a la potencia instantánea desarrollada por la fuerza resultante sobre un objeto que parte del reposo.

La energía cinética del mismo será de 6000J a los:

- a) 2 seg b) 3 seg c) 4 seg
d) 5 seg e) 6 seg f) 10 seg



19) Una caja sube por un plano inclinado a velocidad constante. Entonces:

- a) La energía cinética disminuye y la potencial aumenta.
- b) El trabajo de las fuerzas conservativas sobre la caja es positivo.
- c) El trabajo de las fuerzas no conservativas sobre la caja es positivo.
- d) La energía mecánica de la caja no varía.
- e) El trabajo de la fuerza peso es cero.
- f) Para decir si la energía mecánica disminuye ó no, es preciso saber si hay rozamiento.

20) Un móvil de 2500 kg sube una cuesta inclinada 53° hasta una altura de 1000 metros. Recorre el trayecto a velocidad constante y demora 10 minutos. Entonces:

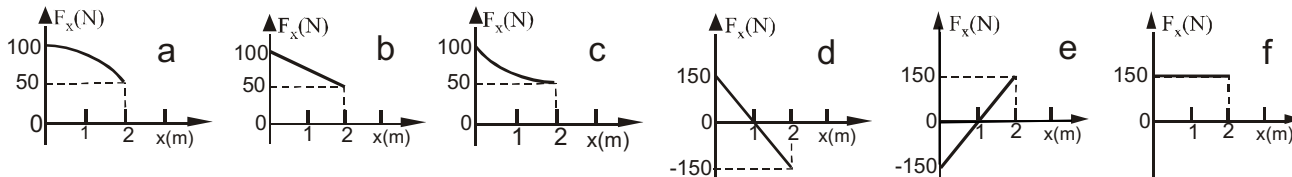
El trabajo de las fuerzas no conservativas y el de la fuerza resultante en el trayecto total vale, en megajoules:

- a) 50 ; 0 b) 40 ; 25 c) 30 ; 15 d) 25 ; 0 e) 20 ; 30 f) 15 ; 40

21) ¿Qué fuerza de rozamiento constante detiene en veinte metros a un tejo de cien gramos que se desplaza por un piso horizontal con una velocidad inicial de 20 metros por segundo, y en cuánto tiempo ?

- a) Cero; 1 s ; b) 1 N; 2 s c) 10 N; 4 s d) 100 N; 10 s e) 1000N; 2 s f) 10.000 N; 4 s

22) Sobre un cuerpo que se desplazó 2 m por un camino horizontal actuó una fuerza, F. El trabajo realizado por dicha fuerza fue de 150 J. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa la componente horizontal de la fuerza F en función de la coordenada de posición horizontal x?

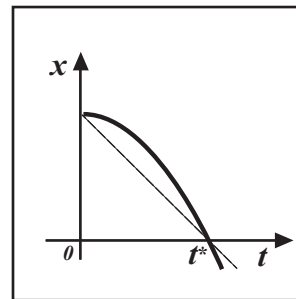


23) Un bloque de 1 kg pasa por el punto A con una velocidad de 5 m/s y se necesita que pase por el punto B a una velocidad de 20 m/s. Entonces el trabajo de la fuerza resultante entre los puntos A y B deberá ser:

- a) 202,5 J b) 187,5 J c) 177,5 J
- d) -202,5 J e) -187,5 J f) -177,5 J

24) El gráfico representa la posición en función del tiempo para dos móviles que se desplazan en la misma trayectoria rectilínea. La curva representa una rama de parábola (a partir de su vértice). Elija la opción correcta

- a) La velocidad y la posición de los móviles son ambas negativas para $t > t^*$.
- b) En $t = t^*$ ambas velocidades son positivas y los móviles se encuentran.
- c) En $t = t^*$ coinciden las posiciones y velocidades de ambos móviles.
- d) En $t = t_i (= 0 \text{ seg})$ la velocidad y aceleración del móvil 1 son ambas negativas.
- e) En $t = t_i (= 0 \text{ seg})$ la velocidad y aceleración del móvil 2 son ambas negativas.
- f) En $t = t_i (= 0 \text{ seg})$ ambas velocidades son negativas y los móviles se encuentran



25) Un cuerpo describe una trayectoria rectilínea con una velocidad tal que en los primeros 8 seg varía de 0 m/s a 8 m/s, se mantiene constante en los 4 seg siguientes y disminuye uniformemente hasta 0 m/s en los siguientes 6 seg. ¿Qué velocidad (v_1) tiene el cuerpo en $t = 15$ seg (en m/s)?

- a) $v_1 = 2,4$ b) $v_1 = 4$ c) $v_1 = 4,2$ d) $v_1 = 8$ e) $v_1 = 0,8$ f) $v_1 = 1,2$

26) Una caja de 200 kg es elevada por una grúa . La caja parte del reposo y sube verticalmente durante 10 seg, al cabo de los cuales su velocidad es 20 m/s. Entonces el módulo de la fuerza media que aplicó la grúa es :

- a) 400 N b) 1400 N c) 2400 N d) 4400 N e) 2000 N f) 1600 N.

27) Un cuerpo describe una trayectoria rectilínea con una velocidad tal que en los primeros 8 segundos varía de 0 m/s a 8 m/s, se mantiene constante en los 4 seg siguientes y disminuye hasta cero en los siguientes 6 seg. Entonces se verifica que:

- a) el móvil avanza en los primeros 8 seg y retrocede en los últimos 6 seg.
b) el móvil se detiene en $t = 10$ seg.
c) la fuerza resultante que actúa sobre el móvil nunca es cero.
d) la fuerza resultante que actúa sobre el móvil es cero en $t = 4$ seg.
e) la fuerza resultante que actúa sobre el móvil es cero durante 4 seg.
f) la fuerza resultante que actúa sobre el móvil siempre es cero.

28) Se sabe que un móvil está subiendo por una rampa inclinada, con rozamiento, a velocidad creciente. De las siguientes afirmaciones:

- 1) La energía mecánica es constante.
2) La suma de los trabajos de todas las fuerzas es cero.
3) La fuerza de rozamiento compensa exactamente el peso del cuerpo.
4) Actúa una fuerza exterior, aparte del peso y del rozamiento, que hace trabajo $\neq 0$.
5) El trabajo de la fuerza resultante es >0 .

Son verdaderas:

- a) 4 y 5 b) 2 y 4 c) 1 y 5 d) 1 y 3 e) 2 y 5 f) 3 y 4.

Respuestas Mecánica:

1) De elaboración personal.

2) a) $v = 40 \text{ km/h} = 666,7 \text{ m/min} = 11,1 \text{ m/s}$.

b) En 50 seg555,5 m; en 25 min 16,67 km; en un día 960 km.

c) De elaboración personal.

3) 8,6 km.

4) a) $v = 0,6 \text{ km/min}$.

b) 72 km.

5) 10:30 hs.

6) a) $|v_{\text{ida}}| = 6,25 \text{ m/s}$, $|v_{\text{vuelta}}| = 5 \text{ m/s}$.

b) De elaboración personal

c)

Tiempo	Posición
40 seg.	250 m
85 seg.	500 m
125 seg.	325 m

- 7) a) 120 km/h; 80 km/h; 96 km/h.
b) De elaboración personal.

8) De elaboración personal.

9) -1 m/seg^2 .

- 10) a) $a = 2,78 \text{ m/seg}^2$.
b) $v = 13,89 \text{ m/s}$.
c) De elaboración personal.

- 11) a) $a = -1 \text{ m/s}^2$ (de sentido opuesto a la velocidad inicial).
b) $x = 37,5 \text{ m}$.
c) $v = 1 \text{ m/seg}$.

- 12) a) 10m/seg; 15m/seg; 11,67m/seg.
b) De elaboración personal.

- 13) a) $t = 2,24 \text{ seg}$. b) Está a 5 m del piso.
c) $v = 20 \text{ m/s}$, hacia abajo. d) $v = 22,36 \text{ m/s}$, hacia arriba.

- 14) a) 160 m.
b) 40 m/seg.

- 15) a) 70 m/seg.
b) 245 m.

16) De elaboración personal.

17) De elaboración personal.

- 18) a) $v = 0$; $x = 30 \text{ m}$.
b) $a = -6,67 \text{ m/s}^2$.
c) Volverá a los 6 segundos.
d) De elaboración personal.

- 19) a) $v = 6 \text{ m/s}$.
b) Sí.

20) $F = 2000 \text{ N}$.

21) De elaboración personal.

22) $a = 6,25 \text{ m/s}^2$; $a = 1,25 \text{ m/s}^2$.

23) $0,22 \text{ m/s}^2$

24) a) La misma dirección que la fuerza; 125 m/s^2 .
b) $v = 62,5 \text{ m/s}$.
c) Cambia la respuesta b.

25) a) La fuerza resultante es cero.
b) $F_{as} = 2500 \text{ kgf} = 25000 \text{ N}$.

26) a) $F = 1500 \text{ N}$.
Tres veces.

27) a) De elaboración personal.
b) $F_{roz} = 4000 \text{ N}$.

28) a) $T = 9600 \text{ N}$.
b) De elaboración personal.
 $a = -10 \text{ m/s}^2$.

29) 16 N .

30) a) $2,5 \text{ N}$.
b) 2 seg .

31) a) $2,6 \text{ seg}$; 1 seg .
b) 10 m/seg ; 10 m/seg .

32)

a) $25.440 \text{ J} = \text{constante}$. ($E_{pot} = 0$ en la base de la colina)
b) $25,22 \text{ m/s}$.

c) Ejercer sobre el piso una fuerza hacia atrás de modo que el piso ejerza sobre él una fuerza hacia adelante tal que $L_F = 10560 \text{ J}$.
d) Ejercer sobre el piso una fuerza hacia adelante de modo que el piso ejerza sobre él una fuerza hacia atrás tal que $L_F = -16440 \text{ J}$.

33)

a) 8000 J .
b) $6928,2 \text{ J}$.
c) -6000 J .
d) 0 .

34)

a) 18000 J .
b) $24148,1 \text{ J}$.
c) -6148 J .

35)

a) P, N, Froz. Trabajan: P y Froz.
b) -400 J .
c) Para discutir en clase.

36)

- a) P y F_n . Las dos trabajan.
- b) 3000 J, 3000 J.
- c) 300 W.
- d) 25000 J; 2500 J/s.
- e) Para discutir en clase.
- f) Respuestas c) y 2da parte de d): 150 W y 1250 W.

37) a) 0,5 J; 1 J; 4 J.

b) 5 m; 10 m (y 0 m).

c) 2,9 m; 7,1 m.

38) a) 10 m/s; b) mayor ; c) de elaboración personal.

39)

a) $500 \text{ W} = 0,670 \text{ HP}$

b) $50 \text{ W} = 0,067 \text{ HP}$

c) $41,67 \text{ W} = 0,056 \text{ HP}$

40) $124 \text{ HP} = 93 \text{ kW}$

Problemas de elección múltiple

1. d)

2.d)

3. d)

4.f)

5.c)

6. b)

7. f)

8. d)

9. a)

10.e)

11.e)

12.d)

13.c)

14.e)

15.b)

16.c)

17.e)

18.d)

19.c)

20.d)

21.b)

22.b)

23.b)

24.a)

25.b)

26.c)

27.e)

28.a)

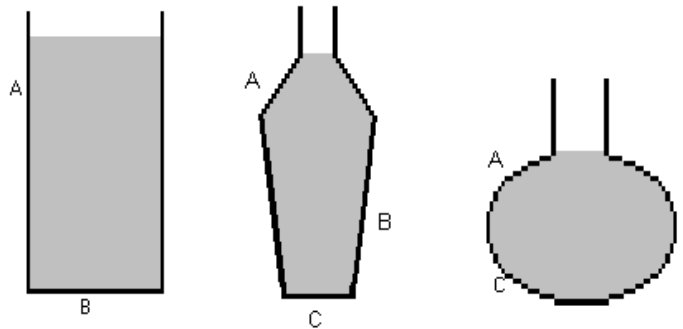
UNIDAD 2

Bases físicas de la Circulación y Respiración

Ejercitación

Esta actividad le permitirá resolver ejercicios en orden creciente de dificultad. Revise sus resultados con los ofrecidos en la guía. Resuelva los ejercicios sin omitir pasos y trate de justificar los razonamientos que utiliza. Considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

- 1) Obtener las siguientes presiones habituales en las unidades pedidas:
 - a) Presión del aire de un neumático de auto, 26 libra fuerza/pulgada², en Pa y atmósferas.
 - b) Presión atmosférica normal, 1013 hPa, en kgr/cm^2 .
 - c) Presión sanguínea, 120 mmHg, en kgr/cm^2 .
- 2) Las suelas de los zapatos de una persona de 70 kilos tienen un área de 100 cm^2 cada una. ¿Qué presión ejerce la persona sobre el suelo cuando esta de pie? Expresar el resultado en kgr/cm^2 y en Pa. ¿Cuál es la presión en el suelo cuando la persona está de pie?
- 3) En cada uno de los siguientes recipientes que contienen líquido indicar la dirección y sentido de las fuerzas que ejerce el líquido sobre las paredes del recipiente en los puntos indicados.



- 4) Dos vasos A y B contienen agua en equilibrio. El vaso A tiene una base de 2 cm^2 y contiene agua hasta 10 cm de altura. El B, tiene una base de 4 cm^2 y la altura de agua es de 5 cm.
 - a) ¿Cuál es la presión debida al peso del agua en cada vaso a 4 cm de profundidad?
 - b) ¿Cuál es la presión generada por el agua en el fondo de cada vaso?
 - c) ¿Las presiones calculadas en a) y b) son las presiones totales?
- 5) Los diámetros de los émbolos grande y pequeño de un elevador hidráulico son 24 y 8 cm, respectivamente.
 - a) ¿Cuál es el módulo de la fuerza que debe aplicarse al émbolo más pequeño para mantener en equilibrio un automóvil de 1.000 kg colocado sobre el émbolo grande?
 - b) Si el émbolo grande asciende 5 cm, ¿cuánto desciende el émbolo pequeño?

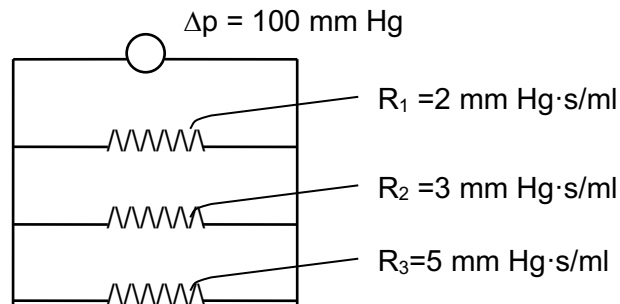
- 6)
- La presión atmosférica es de aproximadamente 1 kgf/cm^2 . ¿Por qué no nos aplasta?
 - Si se redujera artificialmente la presión a valores cercanos a cero, ¿los objetos no pesarían nada?
 - Los albañiles usan un nivel que consiste en una manguera transparente con agua en su interior abierta en ambos extremos. ¿Cómo se usa y por qué?
 - En la película *Titanic* un batiscafo explora los restos de la nave hundida. Sus tripulantes están preocupados y se preguntan si los vidrios de la ventanilla resistirán la enorme presión submarina. ¿Cómo es posible entonces, que entre los restos del naufragio encuentren un par de anteojos en perfecto estado?
- 7) ¿A qué altura con respecto al brazo debe colocarse una bolsa de suero (densidad 1 kg/lit) para que el líquido entre a la vena? (presión sanguínea en la vena 10 mmHg).
- 8) Estimar por consideraciones hidrostáticas las diferencias de presión sanguínea entre la cabeza y el corazón, el corazón y los pies, y la cabeza y los pies de una persona de $1,75 \text{ m}$ de altura para las distintas posiciones. Aproximar la densidad de la sangre por 1 kg/lit y la distancia entre la cabeza y el corazón por 50 cm .
- De pie
 - Acostada
 - Haciendo la vertical
- 9) Al desplazarse en ascensor de un piso a otro de un edificio, una persona experimenta en su oído una fuerza neta hacia fuera debido a una disminución de la presión externa (suponiendo constante la presión detrás del tímpano). Dicha fuerza vale $0,025 \text{ N}$ y el tímpano tiene un área de $0,5 \text{ cm}^2$. Suponiendo que el aire es un fluido incompresible, cuya densidad es $1,2 \text{ g/lit}$, determinar la distancia recorrida por el ascensor y el sentido del movimiento.
- 10) En una jeringa el émbolo tiene un área de $2,5 \text{ cm}^2$ y el líquido pasa por una aguja de $0,8 \text{ mm}^2$ de sección transversal. ¿Qué fuerza mínima debe aplicarse al émbolo para inyectar el líquido en una vena en que la presión sanguínea es de 1 cmHg ?
- 11) El caudal medio de la sangre que circula en un tramo de un vaso sanguíneo que no presenta ramificaciones es de $1 \text{ litro por minuto}$. Densidad aproximada de la sangre 1 kg/lit .
- ¿Cuál es la velocidad media de la sangre en un tramo en el que vaso tiene un radio interior de $0,5 \text{ cm}$?
 - ¿Y si el radio interior del vaso es de $0,25 \text{ cm}$?
- 12) La aorta se ramifica en arterias que se van haciendo cada vez mas finas hasta convertirse en arteriolas que finalmente conducen la sangre a los capilares. Sabiendo que el caudal sanguíneo es, para una persona en reposo, de 5 lit/min y los radios disminuyen desde 10 mm para la aorta a $0,008 \text{ mm}$ para los capilares y la sección total de los capilares de aproximadamente 2000 cm^2 . Determinar:
- El número de capilares y el caudal en cada uno de ellos.
 - La velocidad de la sangre en la aorta y en cada uno de los capilares.
- 13) a) ¿A qué se debe que bajo los efectos del viento los techos de chapa tienden a volarse *hacia arriba*?
- b) Algunos productos de limpieza vienen en envases plásticos provistos de un gatillo pulverizador. Explique el funcionamiento de este dispositivo.
- c) ¿Por qué es peligroso pararse muy cerca del borde de un andén?

- 14) ¿Cuál es el trabajo requerido para bombear $1,4 \text{ m}^3$ de agua por un tubo de 13 mm de diámetro interno si la diferencia de presión entre los extremos del tubo es de 1,2 atm? ¿Qué potencia se debe entregar para mantener el caudal igual a $0,03 \text{ m}^3$ por segundo?
- 15) Un líquido de densidad 1 kg/lit se mueve a razón de 3 mm/seg por un tubo horizontal de 2 cm de diámetro. En cierta parte, el tubo reduce su diámetro a 0,5 cm.
- ¿Cuál es la velocidad del líquido en la parte angosta del tubo?
 - ¿Cuál es la diferencia de presión del líquido a ambos lado del angostamiento?
 - ¿Bajo qué hipótesis son válidas sus respuestas?
- 16) Por un caño horizontal de sección variable fluye un líquido de viscosidad insignificante. Calcular la diferencia de presión entre los extremos del caño en función de la velocidad de entrada v y la densidad del líquido δ si:
- la sección a la salida del caño es el triple que la de entrada,
 - el diámetro a la salida del caño es el triple que el de la entrada.
- 17) Se llena una manguera con nafta y se cierra por sus dos extremos. Se introduce un extremo en un depósito de nafta a 0,3 m por debajo de la superficie y el otro a 0,2 m por debajo del primer extremo y se abren ambos extremos. El tubo tiene una sección transversal interior de área $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. La densidad de la nafta es 680 kg m^{-3} .
- ¿Cuál es la velocidad inicial de la nafta en el tubo?
 - ¿Cuál es el caudal inicial del flujo?
- 18) Por una tubería con un área de la sección transversal de $4,20 \text{ cm}^2$ circula el agua a una velocidad de $5,18 \text{ m/s}$. El agua desciende gradualmente $9,66 \text{ m}$ mientras que el área del tubo aumenta a $7,60 \text{ cm}^2$.
- ¿Cuál es la velocidad del flujo en el nivel inferior?
 - La presión en el nivel superior es de 152 kPa; halle la presión en el nivel inferior.
- 19) Se tiene un recipiente de sección cuadrada mucho mayor que 1 cm^2 , lleno de agua hasta una altura de 2,8 m con una pequeña abertura de sección 1 cm^2 a 0,7 m de altura, tapada por un corcho.
- Calcular la presión manométrica sobre el corcho.
 - Si se extrae el corcho, calcular la velocidad de salida del líquido.
- 20) Por un tubo horizontal con un diámetro interior de 1,2 mm y una longitud de 25 cm circula un líquido a razón de $0,3 \text{ ml/s}$. ¿Cuál es la diferencia de presión entre sus extremos en los siguientes casos?
- El líquido tiene viscosidad despreciable.
 - El líquido es agua a 20°C , cuya viscosidad es 1 cp.
 - El líquido es sangre a 37°C , cuya viscosidad es 2 cp.
- 21) Cuando se establece una diferencia de presión de 0,5 atm entre los extremos de cierto tubo recto de sección circular, fluye agua (coeficiente de viscosidad 1 cp) a razón de 30 litros por minuto. ¿Cuál sería el caudal si se reemplazara el caño por otro de longitud y diámetro dobles que el anterior, sin modificar la diferencia de presión?
- 22) En una persona adulta en reposo el caudal sanguíneo suele ser de unos 5 lt/min , siendo la presión media en la aorta de 100 mmHg y de 5 mmHg para la vena cava.
- ¿Cuál es la resistencia hidrodinámica total del sistema circulatorio, (llamada RPT resistencia periférica total)?

- b) ¿Cuál es la potencia media desarrollada por el corazón humano?
 c) Si durante el ejercicio el caudal aumenta aproximadamente un 200 % y la presión media en la aorta un 40 %, manteniéndose prácticamente inalterada en la vena
 ¿Cómo se modifican las respuestas anteriores?

- 23) Encontrar la resistencia equivalente que presentan tres caños que tienen la misma resistencia hidrodinámica R , cuando se conectan:
 a) En serie.
 b) En paralelo.
 c) Dos en serie y luego en paralelo con el tercero.
 d) Dos en paralelo y luego en serie con el tercero.

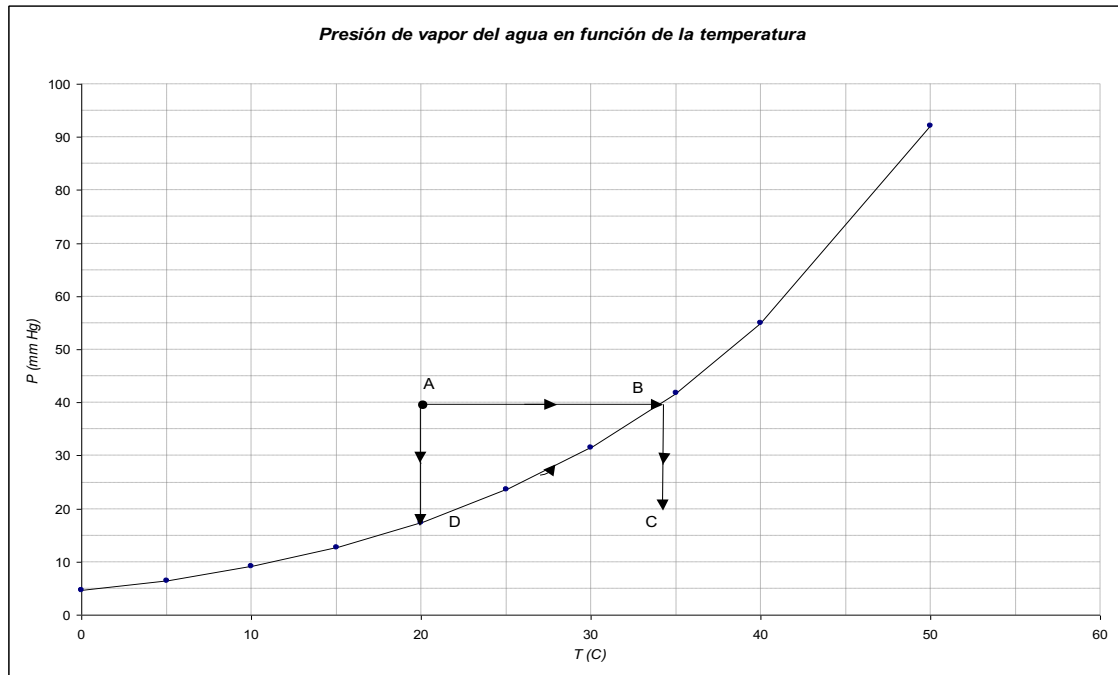
- 24) Un esquema muy simplificado de la circulación sistémica consiste en una bomba, el corazón, que mantiene aproximadamente constante la diferencia de presión media entre la aorta y la vena cava inferior. La aorta se ramifica, llevando la sangre a los órganos, músculos y piel. Esas ramas van uniéndose gradualmente formando vasos cada vez mayores hasta llegar al corazón por la vena cava inferior. Esta circulación se puede esquematizar en un circuito modelo con varias resistencias en paralelo, como indica la figura. Calcular el caudal en cada resistencia y el caudal total en los siguientes casos:



Nota: a la unidad de resistencia mm Hg s/ml en fisiología se la denomina *unidad de resistencia periférica (URP)*

- a) Para el sistema propuesto.
 b) Si por alguna causa aumenta R_1 al doble, (por ejemplo una vasoconstricción a nivel piel y mucosas)
 c) Si agregamos una resistencia de bajo valor, $R_4 = 0,2 \text{ mmHg s/ml}$, en paralelo a las demás (*shunt arterio-venoso*).
- 25) Un tanque contiene $0,2 \text{ m}^3$ de oxígeno a 25 atm y 25°C . Suponiendo que en esas condiciones el oxígeno se comportase como un gas ideal:
 a) ¿cuántos moles de oxígeno habría en el tanque?;
 b) ¿cuánto pesaría el oxígeno contenido en el tanque?;
 c) ¿cuál sería la presión si la temperatura se aumentara hasta 250°C ?
 d) Aceptando que un criterio empírico para tratar a un gas como ideal es que su densidad sea inferior a 1 mol/lit , ¿es buena la suposición efectuada?
- 26) Una persona respira aire enriquecido con oxígeno de un tubo de 17 dm^3 , que lo contiene comprimido a una presión de 150 kg/cm^2 y a una temperatura de 20°C .
 a) ¿Qué volumen ocuparía ese gas a la misma temperatura y a presión atmosférica?
 b) ¿Durante cuánto tiempo se podrá utilizar el tubo, si la persona consume 8 litros de aire por minuto?

- 27) En un salón de 300 m^3 la presión del aire se mantiene constante a 1 atm.
 a) ¿Qué cantidad de aire debe salir de la habitación cuando la temperatura cambia de 20°C a 30°C ?
 b) ¿Qué sucedería si el aire no pudiera salir de la habitación?
- 28) La composición del aire a nivel del mar, en gramos/litro, es la siguiente: nitrógeno: 0,975; oxígeno: 0,300; argón: 0,0167; CO_2 : $5,89 \times 10^{-4}$. ¿Cuál es la presión parcial de cada uno de estos gases, a 0°C , expresada en atmósferas?
- 29) Un cilindro de 30 cm^3 está comunicado con un recipiente que contiene agua a 27°C (a esa temperatura la presión de vapor del agua es de 2,7 cm de Hg). En el cilindro hay vapor de agua y nitrógeno gaseoso. La presión dentro del cilindro es de 1 atm. ¿Cuántos moles de nitrógeno hay en el cilindro?
- 30) En un recipiente de 1 litro, en el que previamente se ha hecho vacío, se tiene agua líquida en equilibrio con su vapor a 80°C . Si el número total de moles de la mezcla es 2 ¿Cuántos moles de agua líquida y cuántos moles de vapor hay?
 Datos: Buscando en tablas se encuentra que, a 80°C , un mol de agua ocupa en estado líquido 0,0185 litros, y en estado gaseoso 61,1 litros.
- 31) Responda sobre la base a la observación del gráfico de presión de vapor en función de la temperatura que se presenta al final de la unidad. Se tiene un sistema de un solo componente formado por una cantidad dada de agua encerrada en un recipiente al vacío. Si el sistema evoluciona desde A hasta C siguiendo el sentido que indican las flechas:



- a) ¿Cuántas fases existen en el punto A? ¿Cuáles son?
 b) Describa cualitativamente qué pasa con la presión y temperatura cuando el sistema evoluciona de A hasta B.
 c) Idem a) para cuando el sistema se encuentra en los puntos B y C.
 d) Idem b) para la evolución de B hasta C.

- e) Repita las preguntas anteriores cuando el sistema evoluciona ahora siguiendo el camino ADB.
- f) Concluya a partir del análisis de los incisos anteriores hacia qué estado evoluciona el sistema si situándose inicialmente en el punto B se producen pequeños desplazamientos:
- modificando sólo la temperatura ($P = \text{cte.}$)
 - modificando sólo la presión ($T = \text{cte.}$)

En ambos casos tenga en cuenta el sentido de la evolución, es decir, según se realice un aumento o disminución de las variables en juego.

- g) Idee una experiencia que le permita ejemplificar el proceso ABC. Describa sus etapas ¿Le resultaría igualmente simple hacer evolucionar en la práctica al sistema siguiendo el camino ADB? Justifique su respuesta.

- 32) Un recipiente con agua líquida está en contacto con aire atmosférico. El sistema se encuentra a $30\text{ }^\circ\text{C}$. La presión atmosférica es 632 mm Hg y la presión parcial del vapor de agua presente en el aire es 20 mmHg . Consulte la tabla de presión de vapor saturado para el agua y responda:

- a) En esas condiciones, ¿se evapora agua o se condensa vapor? Justifique.
- b) ¿A qué temperatura se debe calentar el agua para que se produzca la ebullición?

- 33) En una habitación de 60 m^3 y que contiene aire seco a $25\text{ }^\circ\text{C}$, se introducen 300 g de vapor de agua a la misma temperatura.

- a) ¿Cuál es la humedad absoluta?
- b) ¿Cuánto vale la humedad relativa?
- c) ¿Qué masa máxima de vapor de agua admite ese ambiente, si se mantiene constante la temperatura?

Dato de tablas: a 25°C la presión de vapor de agua es $3,17\text{ kPa}$.

- 34) Una masa de aire está a $5\text{ }^\circ\text{C}$ y tiene una humedad relativa del 25% . ¿Cuál es la humedad relativa de la misma masa de aire si se la calienta a presión de vapor presente constante hasta una temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$? Datos de tablas: las presiones de vapor saturado del agua a $5\text{ }^\circ\text{C}$ y a $20\text{ }^\circ\text{C}$ son respectivamente $0,87\text{ kPa}$ y $2,339\text{ kPa}$.

- 35) Si la fracción molar del vapor de agua en el aire es $\chi(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = 0,0100$

- a) Hallar las humedades absoluta y relativa sabiendo que $P_{\text{aire}} = 101,325\text{ Pa}$, $T = 25,0^\circ\text{C}$ y $P_{\text{vap.sat}}(25^\circ\text{C}) = 3,17\text{ kPa}$.
- b) Realice un esquema cualitativo de la zona $\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ del diagrama de equilibrio del aire húmedo e indique que debería ocurrir para que se forme rocío partiendo de las condiciones mencionadas en el ítem (a). Justifique.

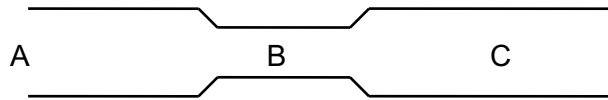
Elección múltiple

Mediante estos ejercicios podrá practicar otra forma de responder preguntas de Física. Le recomendamos que lea atentamente el enunciado y recién después pase a buscar la solución. En algunas situaciones la solución puede obtenerse descartando las opciones que conceptualmente son imposibles. En otros casos será necesario hacer cálculos del mismo modo que en un problema de desarrollo.

- 1) Un líquido se encuentra en equilibrio dentro de un recipiente de sección uniforme cuya base tiene un área de 100 cm^2 . La presión hidrostática sobre el fondo, debida al líquido, es de $0,2\text{ atm}$. Si se trasvasa el líquido a un recipiente semejante pero de 50 cm^2 de base, la presión ejercida por el líquido en el fondo será de:

- a) $0,05\text{ atm}$ b) $0,1\text{ atm}$ c) $0,2\text{ atm}$
 d) $0,4\text{ atm}$ e) $0,8\text{ atm}$ f) $1,6\text{ atm}$

- 2) Para un tubo horizontal de sección variable, como muestra la figura, con un fluido **viscoso** que entra por el extremo izquierdo y sale por el derecho. Determine para los puntos A, B y C, qué opción es la correcta.



- a) La velocidad en C es menor que en A.
 b) Las velocidades y presiones en los tres puntos son iguales.
 c) Las presiones en A y C son iguales.
 d) La velocidad y la presión en A es mayor que en B.
 e) La velocidad en A es menor que en B, y la presión en A es mayor que en C.
 f) La diferencia de presión entre A y B es la misma que entre C y B.
- 3) Con un intenso esfuerzo de succión, la presión en la cavidad bucal puede ser 80 mmHg inferior a la presión atmosférica. Con esta información, ¿cuál sería la máxima altura a la que podría ser sorbida el agua con una pajita?
 a) 1,09 m b) 8 cm c) 10 m d) 5,8 m e) 760 mm f) 15 cm
- 4) Por dos caños cilíndricos A y B, de igual longitud circula agua, ¿cuál es la relación entre sus resistencias hidrodinámicas si la sección de A es el doble que la de B? (Ayuda: se habla de la sección y no del radio ni el diámetro)
 a) $R_A = 0,25 R_B$
 b) $R_A = 2 R_B$
 c) $R_A = 0,5 R_B$
 d) $R_A = R_B$
 e) $R_A = 4 R_B$
 f) $R_A = 16$
- 5) Por un caño horizontal fluye un líquido de viscosidad insignificante, densidad 1000 kg/m^3 y velocidad 2 m/seg. En un tramo la cañería se angosta disminuyendo su diámetro a la mitad. Entonces, la presión en la parte ancha de la cañería:
 a) es inferior a la presión en la parte angosta en 6 kPa.
 b) es inferior a la presión en la parte angosta en 30 kPa.
 c) es igual a la presión en la parte angosta.
 d) excede a la presión en la parte angosta en 6 kPa.
 e) excede a la presión en la parte angosta en 12 kPa.
 f) excede a la presión en la parte angosta en 30 kPa.
- 6) Se oprime el émbolo de una jeringa de modo que por la aguja sale líquido con caudal Q. Si se alivia la presión sobre el émbolo de modo de reducir el caudal a la mitad, considerando un líquido ideal, la diferencia de presión entre el líquido que se mueve por la aguja y el que se mueve por la parte ancha, respecto de su valor anterior es:
 a) el doble, siendo en cada caso la presión en la aguja mayor a la del depósito,
 b) el doble, siendo en cada caso la presión en el depósito mayor a la de la aguja,
 c) la mitad, siendo en cada caso la presión en la aguja mayor a la del depósito,
 d) la mitad, siendo en cada caso la presión en el depósito mayor a la de la aguja,
 e) un cuarto, siendo en cada caso la presión en el depósito mayor a la de la aguja,
 f) un cuarto, siendo en cada caso la presión en la aguja mayor a la del depósito.

- 7) Se dispone de tres caños cuyas resistencias hidrodinámicas son R_1 y R_2 de 1000 (en ciertas unidades) cada una y R_3 de 2000 (en las mismas unidades). ¿Cómo conectarlos para lograr una resistencia equivalente de 750?
- los tres en serie;
 - los tres en paralelo;
 - R_1 y R_2 en paralelo, y ellos en serie con R_3 ;
 - R_1 y R_2 en serie, y ellos en paralelo con R_3 ;
 - R_1 en paralelo con R_3 , y ellos en serie con R_2 ;
 - R_1 en serie con R_3 , y ambas en paralelo con R_2 .
- 8) Un gas ideal está en recipiente cerrado de 0,25 l y se encuentra a 4 atm y 300 K. Si se coloca el gas en otro recipiente de 0,5 l y se aumenta la temperatura a 600 K, la presión del gas será de:
- 1 atm
 - 2 atm
 - 4 atm
 - 6 atm
 - 8 atm
 - 16 atm
- 9) ¿Qué le pasaría a un gas ideal en un depósito de volumen fijo y a 2 atm de presión si se eleva su temperatura de 30 °C a 60 °C? (Los valores de las alternativas son aproximados.)
- disminuiría su presión en un 50%
 - aumentaría su presión en un 50%
 - aumentaría su presión en un 100%
 - mantendría su presión anterior, de 2 atm
 - disminuiría su presión en un 10%
 - aumentaría su presión en un 10%
- 10) Si se respira aire atmosférico con un 21 % de oxígeno sumergido en agua a 30 m de profundidad, la presión parcial del oxígeno será, comparada con la que ejerce a nivel de la superficie:
- la misma
 - el triple
 - un tercio
 - la cuarta parte
 - el cuádruple
 - el doble.
- 11) ¿Cuál es la ventaja de las ollas a presión?
- Su cierre hermético conserva mejor los sabores.
 - En su interior se supera la presión de vapor de los aceites aromáticos que no se evaporan y dan mejor sabor a la comida.
 - Reducen la evaporación y se evitan las pérdidas por el calor latente de vaporización.
 - No hay ventajas; han sido una moda sin fundamento y hoy están, por eso, en desuso.
 - La presión que se genera ablanda los alimentos.
 - Hierven el agua a más de 100 °C y reducen el tiempo de cocción.
- 12) Un día en que la humedad relativa ambiente es del 70% y la temperatura es de 25 °C:
- por cada 100 m³ de aire hay 70 m³ de vapor de agua;
 - por cada 100 gramos de aire hay 70 gramos de vapor de agua;
 - cada m³ de aire atmosférico admite, a esa temperatura, 30 gramos de vapor de agua;
 - el aire atmosférico contiene un 30% de la masa de vapor de agua que podría contener a esa temperatura;
 - el aire atmosférico contiene un 70% de la masa de vapor de agua que podría contener a esa temperatura;
 - la temperatura de rocío es 25 °C.

- 13) Dos moles de gas A y tres moles de gas B forman una mezcla y ocupan un recipiente de volumen V . La presión total es P . Si se duplica la cantidad de moles del gas A, en el mismo recipiente y a la misma temperatura, la presión total P' será:
- a) $P' = 5/2P$ b) $P' = 2/5P$ c) $P' = 7/5 P$ d) $P' = 5/7P$ e) $P' = 2P$ f) $P' = P$
- 14) Una sección de cañería, por donde circula un fluido viscoso, está formada por dos caños rectos de la misma longitud y material cuyas secciones son de 3 cm^2 y 4 cm^2 y colocados en paralelo. Se desea reemplazarlos por un único caño de la misma longitud. ¿Cuál debería ser su sección para que ofrezca la misma resistencia hidrodinámica?
- a) 1 cm^2 b) 7 cm^2 c) $3,5 \text{ cm}^2$ d) 4 cm^2 e) 5 cm^2 f) 12 cm^2
- 15) En un día caluroso y húmedo (70% de humedad relativa) la presión y la temperatura son $101,325 \text{ kPa}$ y 30°C . Sabiendo que las presiones de vapor saturado son $P_{\text{vap.sat}}(25^\circ\text{C}) = 3,17 \text{ kPa}$, $P_{\text{vap.sat}}(30^\circ\text{C}) = 4,24 \text{ kPa}$ y $P_{\text{vap.sat}}(35^\circ\text{C}) = 5,62 \text{ kPa}$. Indique cuál es la proposición verdadera.
- a) Si la temperatura baja a 25°C (a presión atmosférica constante de $101,325 \text{ kPa}$) se forma rocío.
b) Si la temperatura aumenta a 35°C (a presión atmosférica constante de $101,325 \text{ kPa}$) se forma rocío.
c) Si la temperatura aumenta a 35°C (a presión atmosférica constante de $101,325 \text{ kPa}$) la humedad relativa aumenta.
d) Si la presión atmosférica disminuye en un 1 % (a temperatura constante de 30°C) la humedad relativa aumenta.
e) Si la presión atmosférica disminuye en un 1 % (a temperatura constante de 30°C) la humedad relativa disminuye.
f) Si la temperatura baja a 25°C (a presión atmosférica constante de $101,325 \text{ kPa}$) la humedad relativa disminuye.
- 16) Un caño horizontal de 5 cm^2 de sección, que transporta agua (considerarla fluido ideal) a 2 m/seg . tiene un tramo de $2,5 \text{ cm}^2$ de sección. Entonces, la diferencia de presión entre ambas secciones, expresada en pascales, es:
- a) 500 b) 1,5 c) 6000 d) 1500 e) 375 f) 5
- 17) En una instalación de agua en la que no puede despreciarse la viscosidad, un caño de resistencia hidrodinámica R tiene la misma longitud que otro de diámetro doble. Cuando se conectan ambos en paralelo, presentan una resistencia hidrodinámica:
- a) $R/2$ b) $17R/16$ c) $5R/4$ d) $R/5$ e) $R/17$ f) $8R/5$
- 18) Un caño de 4 cm^2 de sección por el que fluye un líquido con velocidad V y caudal Q se divide en dos caños iguales, en paralelo, de 1 cm^2 de sección cada uno. Entonces, en cada uno de esos caños la velocidad y el caudal de líquido son, respectivamente:
- a) $V/2$ y $Q/2$ b) $2V$ y Q c) V y $Q/2$ d) V y Q e) $V/2$ y Q f) $2V$ y $Q/2$
- 19) Un líquido de viscosidad insignificante fluye por un caño horizontal con régimen estacionario y laminar. En cierto lugar del caño el fluido tiene presión P y velocidad V . En otro lugar del caño, donde la sección es menor, la presión P' y la velocidad V' cumplen:
- a) $P' < P$ $V' > V$ b) $P' < P$ $V' < V$ c) $P' > P$ $V' > V$
d) $P' > P$ $V' < V$ e) $P' = P$ $V' > V$ f) $P' = P$ $V' < V$

- 20) A una canilla que entrega 0,03 litros/seg se le conecta una manguera de 3 cm² de sección y 2 metros de longitud. A continuación de la primera se conecta, sin pérdidas, otra manguera de 2 cm² de sección y 5 metros de longitud. La cantidad de litros rociados al cabo de una hora será:
a) 36 b) 72 c) 108 d) 162 e) 324 f) 648
- 21) Qué fuerza produce un viento de 120 km/h sobre un techo de chapa de 3m x 3m? Considerar la densidad del aire 1,2 g/lit.
a) 2500 kgr b) 500 ton c) 250 kgr d) 150 kgr e) 31 kgr f) 600 kgr
- 22) Un día en el que la temperatura es de 30°C (presión de vapor saturado = 0,0418 atm) la humedad relativa es del 50%. Si la temperatura desciende hasta los 20°C (presión de vapor saturado = 0,0230 atm), la humedad relativa a esa temperatura será:
a) 50% b) 56% c) 33% d) 100% e) 75% f) 91%
- 23) Un tanque de agua de 6000 litros de capacidad se encuentra a 20 m de altura. ¿Qué presión, en atm por encima de la atmosférica, debería proveer la empresa que suministra el agua para que la misma llegue hasta el tanque?
a) 4 b) 1 c) 10 d) 2 e) 20 f) 0,2
- 24) Dos caños idénticos conectados en serie presentan una resistencia hidrodinámica total R, para el pasaje de agua. Si los mismos caños se conectaran en paralelo, la resistencia total sería:
a) R/4 b) 4R c) R/16 d) 2R e) R/8
- 25) A presión atmosférica el contenido de O₂ en el aire es de 21% aproximadamente. Si se respira ese aire, la presión parcial de oxígeno en el aire que ingresa por las fosas nasales es alrededor de:
a) 1 atm b) 2,1 atm c) 0,1 atm d) 0,2 atm e) 0,5 atm f) 1,5 atm

Respuestas Fluidos

Desarrollo

(usando $|g| = 9,8 \text{ m/s}^2$)

1)

- a) $179,3 \text{ kPa} = 1,77 \text{ atm}$
- b) $1,03 \text{ kgr/cm}^2$
- c) $0,16 \text{ kgr/cm}^2$

2) $0,35 \text{ kgr/cm}^2 = 34,3 \text{ kPa}$

3) Siempre la fuerza interior sobre cada pared del recipiente es perpendicular a ella y dirigida de adentro hacia afuera.

4)

- a) 40 kgr/m^2 ; 40 kgr/m^2
- b) 100 kgr/m^2 ; 50 kgr/m^2

5) a) 1.111 N

b) 45 cm

6)

- a) Porque los fluidos corporales también ejercen presión desde adentro.
- b) Pesarían lo mismo (además, una balanza indicaría casi un gramo y medio más por cada litro que ocupe el objeto).
- c) Las superficies libres de ambas ramas se encuentran a la misma altura. Una línea, real o imaginaria, entre ellas es horizontal.
- d) Porque la presión actúa de ambos lados del vidrio.

7) Altura $> 13,6 \text{ cm}$

8)

a) $\Delta p_{\text{cabeza corazón}} = 36,8 \text{ mmHg}$; $\Delta p_{\text{corazón pies}} = 91,9 \text{ mmHg}$; $\Delta p_{\text{cabeza pies}} = 128,7 \text{ mmHg}$

b) $\Delta p_{\text{cabeza corazón}} = 0$; $\Delta p_{\text{corazón pies}} = 0$; $\Delta p_{\text{cabeza pies}} = 0$

c) $\Delta p_{\text{cabeza corazón}} = -36,8 \text{ mmHg}$; $\Delta p_{\text{corazón pies}} = -91,9 \text{ mmHg}$; $\Delta p_{\text{cabeza pies}} = -128,7 \text{ mmHg}$

9) Ascendió $41,67 \text{ m}$.

10) $0,33 \text{ N}$

11)

a) $21,2 \text{ cm/s}$

b) $84,8 \text{ cm/s}$

12)

a) Número de capilares = $9,9 \times 10^8$; caudal en cada capilar = $8,4 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{s}$

b) Velocidad aorta = $26,5 \text{ cm/s}$; velocidad capilar = $0,042 \text{ cm/s}$

13) De elaboración personal.

30) Aproximadamente: 1,984 moles de líquido y 0,016 moles de gas.

31) De elaboración personal

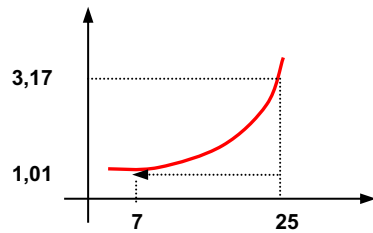
32) a) Se evapora agua b) 95°C

33) a) 5 g/m³ b) 21,7 % c) 1383 g

34) 9,3 %

35) a) H.R.= humedad relativa = 32,0%; Habs = 7,4 mg/l

b) Debería bajar T (a P_{aire} constante) hasta alcanzar una temperatura T' en la cual P_{vap.sat}(T')= 1,01325 kPa (aprox. 7°C).



Opción múltiple

- 1) d
- 2) e
- 3) a
- 4) a
- 5) f
- 6) e
- 7) f
- 8) c
- 9) f
- 10) e
- 11) f
- 12) e
- 13) c
- 14) e
- 15) e
- 16) c
- 17) e
- 18) f
- 19) a
- 20) c
- 21) f
- 22) f
- 23) d
- 24) a
- 25) d

UNIDAD 2

Bases físicas de la Circulación y Respiración 2da parte Fenómenos de transporte

Ejercitación

Esta actividad le permitirá resolver ejercicios en orden creciente de dificultad. Revise sus resultados con los ofrecidos en la guía. Resuelva los ejercicios sin omitir pasos y trate de justificar los razonamientos que utiliza.

Nota: Tomar la densidad relativa de las soluciones acuosas diluidas como igual a 1.

- 1) Se tiene una solución acuosa de 5 g de azúcar (sacarosa: $C_{12}H_{22}O_{11}$) en 200 ml de agua. Expresar su concentración en:
a) Molaridad b) Osmolaridad
- 2) ¿Cuántos mililitros de solución 1 M de cloruro de sodio (NaCl) se deben diluir con agua para obtener 250 ml de solución 0,4 M?
- 3) Se agrega un grano de sal (NaCl) en un litro de agua destilada. Sabiendo que la masa de sal vertida es de 0,0005 g. Calcular la concentración de la solución:
a) Molar
b) Osmolar
- 4) Un recipiente con una solución de pepsina en agua de concentración 100 moles/m³ se pone en contacto mediante un tubo de 10 cm de longitud con otro recipiente que contiene una solución más diluida de la misma sustancia. Ambas soluciones están a 20 °C. Si se observa una densidad de flujo difusivo inicial de 10^{-12} mol cm⁻² s⁻¹,
a) ¿Cuál es la concentración inicial de la solución de pepsina del segundo recipiente?
b) ¿Cambia este valor al transcurrir el tiempo?

El coeficiente de difusión de la pepsina en agua a 20 °C es 9×10^{-11} m²s⁻¹.

- 5) Una membrana de 0,3 mm de espesor separa dos disoluciones de glucosa ($C_6H_{12}O_6$), de concentraciones 25 g/lit y 7 g/lit. El área total de los poros de la membrana que permiten el paso de la glucosa es 0,30 cm². Suponiendo que el flujo de agua a través de la membrana es nulo y sabiendo que el coeficiente de difusión de la glucosa es $0,3 \times 10^{-5}$ cm²/s, determine:
a) La densidad de flujo de glucosa suponiendo constantes sus concentraciones a ambos lados de la membrana;
b) Cuántos moles de glucosa atraviesan la membrana en un minuto.
- 6) Calcular la permeabilidad de una membrana biológica de 5×10^{-4} cm de espesor, que contiene $6,36 \times 10^4$ poros por cm², cada uno de radio 2×10^{-5} cm, y coeficiente de difusión $D = 2 \times 10^{-5}$ cm² s⁻¹
- 7) ¿Cuál es la máxima velocidad a la que puede circular el plasma sanguíneo por los capilares que rodean el alvéolo pulmonar para que el intercambio de oxígeno se realice por difusión? (Los capilares tienen unos 5 μm de radio, 100 μm de largo y el espesor de sus paredes es 0,2 μm. Tomar el coeficiente de difusión igual a 10^{-5} cm²/s.)

- 8) En un recipiente que contiene agua se introduce un tubo que contiene una solución de ClNa y cuya base ha sido reemplazada por una membrana semipermeable (permeable solo al solvente).
- Si inicialmente ambos niveles de líquido coinciden, indicar si dentro del tubo el nivel subirá o bajará respecto al que tenía inicialmente. Justificar.
 - Suponiendo que la concentración final del ClNa en la solución es 0,001 M, hallar la diferencia de niveles entre el agua pura y la solución cuando se alcance el equilibrio para una temperatura de 27 °C
 - Calcular el volumen de agua transferido al tubo si su sección es 25 cm²
- 9) En tres embudos invertidos, tapados con membranas semipermeables se coloca: en uno, agua pura; en otro, una solución acuosa de azúcar al 1% y en el tercero una solución acuosa de azúcar al 2%. Se introducen los tres embudos, simultáneamente, en un recipiente que contiene una solución acuosa de azúcar al 1%. Efectúe un esquema de la situación y ordene los embudos, de mayor a menor, según la altura que haya alcanzado el líquido en equilibrio en cada uno. Justifique su respuesta.
- 10) ¿Cuál es la presión osmótica, en atm, de una solución de 20 g/l de sacarosa en agua, a 20°C? (Masa molecular relativa de la sacarosa = 342)
- 11) El plasma sanguíneo contiene 45 g/l de albúmina (masa molecular relativa 69000) y 25 g/l de globulina (masa molecular 140.000) Sabiendo que las paredes de los capilares son permeables a las moléculas pequeñas pero impermeables a estas proteínas, calcule:
- La osmolaridad del plasma debida a estas proteínas;
 - La presión osmótica originada por las mismas.
- Nota: la presión osmótica del plasma es mayor que el valor calculado debido a la presencia de iones disueltos en él.
- 12) Una solución 0,15 molar de ClNa es isotónica con el plasma sanguíneo. ¿Cuál es la presión osmótica del plasma? Suponer temperatura normal: 37°C.
- 13) Suponiendo que el agua de mar es una disolución acuosa 0,2 molar de ClNa totalmente disociado, a una temperatura de 20°C, calcule:
- La presión mínima que debe ejercerse para producir ósmosis inversa;
 - La energía mínima necesaria para potabilizar por ósmosis inversa 1000 litros de agua.
- 14) ¿Qué trabajo deben realizar los riñones para eliminar 200 lt de fluido del plasma sanguíneo, si la presión osmótica del plasma es de 30 mm Hg.
- 15) ¿Cuál es la presión osmótica de una solución de ácido sulfúrico de 3 g/l a 27°C? (averigüe el peso molecular de ácido sulfúrico)
- 16) Determine el costo para desalinizar por osmosis inversa 1 m³ de agua de mar, si la concentración de la misma es de 5,8 g/l de NaCl y el precio del kWh cobra por la empresa distribuidora es de \$ 0,038. (Suponer la temperatura del agua de mar de 20°C)

Elección múltiple

Mediante estos ejercicios podrá practicar otra forma de responder preguntas de Parciales. Le recomendamos que lea atentamente el enunciado y recién después pase a buscar la solución. En algunas situaciones la solución puede obtenerse descartando las opciones que conceptualmente son imposibles. En otros casos será necesario hacer cálculos del mismo modo que en un problema de desarrollo.

- 1) ¿Cuál de las afirmaciones siguientes es la única correcta?
 - a) 1000 litros de agua tienen 10 veces más densidad que 100 litros de agua
 - b) Un sistema heterogéneo puede estar constituido por una sola fase.
 - c) En una solución siempre el solvente está en estado sólido y el soluto en estado líquido.
 - d) Si el solvente es líquido, la solución puede ser gaseosa.
 - e) Si en una solución saturada, se agrega más soluto, se obtiene un sistema heterogéneo.
 - f) La presión osmótica del fluido intracelular es la presión en el interior de la célula.
- 2) El coeficiente de difusión de un soluto en agua es $9 \times 10^{-11} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$. Dos recipientes con concentraciones diferentes de dicho soluto están en contacto mediante un tubo de 10 cm de longitud. Uno de los recipientes tiene una concentración 100 mol/m^3 . La densidad de flujo hacia el segundo recipiente es $10^{-12} \text{ mol/cm}^2 \text{seg}$. Cuántos moles por m^3 hay, aproximadamente, en el segundo recipiente?
 - a) 109
 - b) 90
 - c) 59
 - d) 309
 - e) 9
 - f) 900
- 3) El coeficiente de difusión de un soluto en agua es $9 \times 10^{-11} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$. Dos recipientes con concentraciones diferentes de soluto (0,01 M y 0,009 M) están en contacto mediante un tubo de longitud desconocida. La densidad de flujo entre ambos es $10^{-12} \text{ mol.cm}^{-2} \text{s}^{-1}$
¿Cuál es la longitud del tubo?
 - a) 0,9 cm
 - b) 2 cm
 - c) 0,5 cm
 - d) 120 cm
 - e) 1,2 cm
 - f) 10 cm
- 4) Una membrana celular de 8 nm de espesor tiene 10^{10} poros por centímetro cuadrado. Al colocarla entre dos soluciones de diferente concentración se mide el flujo difusivo encontrándose que el cociente entre éste y la diferencia de concentraciones es $5,7 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$. Sabiendo que el coeficiente de difusión es $2,6 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, el radio de los poros tiene un valor comprendido entre:
 - a) 0,01 y 0,1 nm
 - b) 0,1 y 1 nm
 - c) 1 y 10 nm
 - d) 10 y 100 nm
 - e) 100 y 200 nm
 - f) no se pueden calcular porque faltan datos
- 5) Dos recipientes iguales contienen 1 litro de agua cada uno y están conectados por un tabique semipermeable. Al de la derecha (D) se le agregan 100 mg de ClNa y al de la izquierda (I) 120 mg de la misma sal ¿ Qué sucederá?
(Considerar la variación de los niveles de ambos recipientes despreciable)
 - a) Pasarán 100 ml de agua desde D hacia I
 - b) Pasarán 100 ml de agua desde I hacia D.
 - c) Pasaran 91 ml de agua de D a I
 - d) Pasará 1/3 de litro de agua desde I hacia D.
 - e) Pasará 333 ml de agua desde D hacia I.
 - f) Pasará 1/2 litro de agua desde D hacia I.

- 6) ¿Qué temperatura aproximada tiene una solución de 90 g de azúcar (sacarosa: $C_{12}H_{22}O_{11}$) disueltos en 3 litros de agua, si su presión osmótica es $2,4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$?
- a) 100°C b) 329°C c) 272°C
d) 273°C e) 56°C f) 279°C
- 7) A los lados de una membrana semipermeable hay dos compartimientos A y B, de igual volumen, que contienen soluciones semejantes de diferente concentración. La presión osmótica debida a la membrana es de 0,2 atm. Si se agrega la misma cantidad de soluto de ambos lados, de modo que la concentración de A se duplica, la diferencia de presión osmótica, expresada en atmósferas será:
- a) 0,1 b) 0,2 c) 0,4
d) 0,6 e) 0,8 f) depende de cuál sea el soluto.
- 8) La diferencia de presión osmótica entre ambos lados de una membrana semipermeable que separa dos soluciones A y B de NaCl de igual volumen, es ΔP . Se mezclan ambas soluciones para formar una sola y se las reparte por igual en ambos lados. Entonces, la diferencia de presión osmótica es:
- a) $2\Delta P$ b) $\Delta P/2$ c) ΔP d) 0 e) $3\Delta P/2$ f) $2\Delta P/3$
- 9) A través de una membrana semipermeable que separa dos soluciones de diferente concentración hay una diferencia de presión osmótica de 0,25 atm, y el solvente fluye con un caudal de 5 ml/min. ¿Qué potencia habría que emplear para que el solvente fluya en sentido contrario con el mismo caudal anterior?
- a) 1,25 W b) 2,5 W c) 2 mW
d) 4 mW e) -2,5 W f) -2 mW
- 10) Se tomaron algunas células vegetales, y se pusieron en una solución de NaCl con una concentración 0,25 osmolar. El nuevo volumen de las células es un 10% mayor al original. ¿Cuál era la concentración osmolar inicial de las células?
- a) 0,50 b) 0,375 c) 0,15 d) 0,25 e) 0,30 f) 0,275
- 11) La diferencia de presión osmótica a través de una membrana semipermeable que separa dos soluciones de glucosa aumenta en un milésimo de atmósfera por cada grado centígrado de aumento de temperatura. Entonces, la diferencia de concentración entre las soluciones es:
- a) 12 M b) $8 \times 10^{-5} \text{ M}$ c) 0,012 M
d) $4,4 \times 10^{-5} \text{ M}$ e) 2,4 M f) 10^{-3} M
- 12) Un tubo horizontal cerrado en ambos extremos con un embolo poroso semipermeable en el medio, se llena de agua en su totalidad. Si en el compartimiento de la derecha se agrega Cloruro de Sodio (NaCl), el embolo:
- a) Se desplazara hasta el extremo derecho
b) Se quedara quieto
c) Se desplazara hasta el extremo izquierdo
d) Comenzara a oscilar
e) Se desplazara hacia la izquierda hasta la mitad del compartimiento
f) Se desplazara hacia la derecha hasta la mitad del compartimiento
- 13) La diferencia de presión osmótica existente dos soluciones de NaCl de igual volumen separadas por una membrana semipermeable es ΔP . Se transfiere toda la solución A al otro lado, mezclándola con la B, y se agrega solución A en el compartimiento vacío hasta igualar ambos volúmenes. Entonces la diferencia de presión osmótica será:
- a) $\Delta P/3$ b) $\Delta P/4$ c) 0 d) ΔP e) $\Delta P/2$ f) $3/2 \Delta P$

- 14) En el plasma sanguíneo hay globulina y albúmina con una concentración de 2,5 g y 4,5 g por cada 100 ml de plasma. La presión osmótica a la temperatura de 37°C es de 3,44 mmHg y 12,6 mm Hg. respectivamente. Las masas moleculares de la globulina y albúmina serán respectivamente:
- a) 69000 y 140000 b) 690 y 1400 c) 140000 y 69000
d) 70000 y 30000 e) 6900 y 14000 f) 69 y 140
- 15) Si la temperatura de las soluciones que se encuentran a ambos lados de una membrana semipermeable se aumenta de 20°C a 40°C, sin variar las concentraciones, la diferencia de presión osmótica:
- a) no se modifica b) se duplica c) disminuye a la mitad
d) aumenta en un 7% e) disminuye en un 7% f) aumenta un 20%

Respuestas

- 1) a) 0,073 M b) 0,073 osmoles
- 2) 100 ml de solución original y se deben diluir en 150 ml de agua
- 3) a) $8,6 \times 10^{-6}$ Molar b) $17,4 \times 10^{-6}$ Osmolar
- 4) a) 88,89 moles/m³
b) Sí
c) De elaboración personal
- 5) a) 18×10^{-7} g cm⁻²s⁻¹ b) $1,8 \times 10^{-7}$ moles
- 6) La permeabilidad es $3,2 \times 10^{-6}$ cm/s
- 7) 0,74 cm/s
- 8) a) Subirá b) 49,8 cm c) 1,24 litros
- 9) De elaboración personal, realice el esquema y consulte con su docente
- 10) 1,4 atm
- 11) a) 0,00083 osmol/litro
b) 0,021 atm
- 12) 7,6 atm, aproximadamente 775 kPa
- 13) a) 9,6 atm
b) 0,27 kWh
- 14) 799,7 J
- 15) 2,26 atm
- 16) 0,00514 \$/m³

Opción múltiple:

- 1) e 2) b 3) a 4) b 5) c
6) e 7) b 8) d 9) d 10) f
11) c 12) c 13) e 14) c 15) d

TABLAS Y CONSTANTES FÍSICAS

DENSIDADES (a 1 atm de presión)

Sangre (37°C)
Agua de mar (15°C)
Agua pura (0°C)
Aire (100°C)
Aire (20°C)
Aire (0°C)
Cobre (20°C)
Hielo (0°C)
Hierro (20°C)
Mercurio (0°C)
Plasma sanguíneo (37°C)
Plomo (20°C)

EQUIVALENCIAS Y DEFINICIONES

Magnitud	equivalencia o definición de unidades
Calor-trabajo	caloría (cal) = 4,187 J
Energía	Kilowatt-hora (kWh) = $3,6 \times 10^6$ J
Energía	electrón-volt (eV) = $1,6 \times 10^{-19}$ J
Potencia	Caballo vapor (CV) = 735 W
Potencia	Caballo de fuerza (HP) = 746 W

ALGUNOS DATOS DE LA TIERRA Y SU ATMÓSFERA

Radio de la Tierra (medio)	$6,371 \times 10^6$ m
Abundancia del dióxido de carbono en la atmósfera	0,03 % (V/V)
Abundancia del nitrógeno en la atmósfera	78,09 % (V/V)
Abundancia del oxígeno en la atmósfera	20,95 % (V/V)
Aceleración de la gravedad (normal)	$9,80665$ m/s ²
Presión atmosférica a 10 km de altura	$2,8 \times 10^4$ Pa
Presión atmosférica normal (1 atm)	760 torr
Presión atmosférica normal (1 atm)	$1,013 \times 10^5$ Pa

VALORES TÍPICOS DE VISCOSIDAD

Sangre (37°C)	$2,084 \times 10^{-3}$ Pa.s
Agua (20°C)	$1,005 \times 10^{-3}$ Pa.s
Plasma sanguíneo (37°C)	$1,257 \times 10^{-3}$ Pa.s
Aire (20°C)	$1,81 \times 10^{-5}$ Pa.s
Aire (37°C)	$1,87 \times 10^{-5}$ Pa.s
Agua (40°C)	$0,656 \times 10^{-3}$ Pa.s
Etanol (20°C)	$0,367 \times 10^{-3}$ Pa.s
Aceite de ricino (20°C)	$9,86 \times 10^{-3}$ Pa.s
Glicerina (20°C)	$8,33 \times 10^{-3}$ Pa.s

DATOS DE GRUPOS PROTEÍNICOS EN PLASMA SANGUÍNEO

Concentración de la albúmina en el plasma sanguíneo	45 g / l
Concentración de la glucosa en el plasma sanguíneo	80 mg / l
Concentración de globulina en el plasma sanguíneo	20 g / l
Masa molecular de la albúmina	75 000 kg / kmol
Masa molecular de la globulina	170 000 kg / kmol

PROPIEDADES DE UN ADULTO TÍPICO Y OTROS DATOS

Caudal del corazón en reposo	$9,7 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$
Densidad de la sangre	$1,0595 \times 10^3 \text{ kg / m}^3$
Porcentaje de contenido de agua en un hombre medio (70 kg)	60 %
Presión media en la grandes arterias	12,8 kPa
Presión media en las grandes venas	1,07 kPa
Presión vapor de agua saturado a 37° C	47 mm Hg
Superficie de un hombre medio (70 kg)	1,8 m ²
Tasa metabólica basal	1,1 W / kg
Tiempo necesario para circulación completa	54 segundos
Viscosidad de la sangre	$2,084 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$
Volumen de sangre	5,2 litros

Constante universal de los gases	R	8,314 J / mol.K= 0,08207 l.atm /K.mol
----------------------------------	----------	---------------------------------------

AGUA LÍQUIDA Y VAPOR DE AGUA PROPIEDADES DE SATURACIÓN			
t (°C)	p _s (kPa)	v _s (líquido) (m ³ /kg)	v _s (vapor) (m ³ /kg)
0.01	0,612	1 × 10 ⁻³	206
5	0,871	1 × 10 ⁻³	147,3
10	1,226	1 × 10 ⁻³	106,5
15	1,70	1,001 × 10 ⁻³	78,05
20	2,33	1,002 × 10 ⁻³	57,86
25	3,17	1,003 × 10 ⁻³	43,39
30	4,24	1,004 × 10 ⁻³	32,91
35	5,62	1,006 × 10 ⁻³	25,22
40	7,38	1,008 × 10 ⁻³	19,53
45	9,59	1,010 × 10 ⁻³	15,26
50	12,35	1,012 × 10 ⁻³	12,03
55	15,76	1,015 × 10 ⁻³	9,565
60	19,94	1,017 × 10 ⁻³	7,669
65	25,03	1,020 × 10 ⁻³	6,196
70	31,18	1,023 × 10 ⁻³	5,042
75	38,55	1,026 × 10 ⁻³	4,133
80	47,35	1,029 × 10 ⁻³	3,409
85	57,77	1,032 × 10 ⁻³	2,830
90	70,04	1,036 × 10 ⁻³	2,363
95	84,42	1,040 × 10 ⁻³	1,985
100	101,3	1,043 × 10 ⁻³	1,673
105	120,8	1,047 × 10 ⁻³	1,419
110	143,3	1,052 × 10 ⁻³	1,210

COMPOSICIÓN DEL GAS RESPIRATORIO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA ESTÁNDAR

Gas	Gas inspirado		Gas espirado		Aire alveolar	
	%Volumen	p parcial (mm Hg)	%Volumen	p parcial (mm Hg)	%Volumen	p parcial (mm Hg)
O ₂	20,71	157	14,6	111	13,2	100
CO ₂	0,04	0,3	4,0	30	5,3	40
H ₂ O	1,25	9,5	5,9	45	5,9	45
N ₂	78,00	593	75,5	574	75,6	574

Fuente: CURTIS, H, BARNES, N; *Biología*; Ed Panamericana, 5ta Ed, 1989, pag 755.

MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS

Prefijo	símbolo	Potencia de 10	Prefijo	símbolo	Potencia de 10
Ato	a	10^{-18}	Deca	da	10^1
Femto	f	10^{-15}	Hecto	h	10^2
Pico	p	10^{-12}	kilo	k	10^3
Nano	n	10^{-9}	mega	M	10^6
Micro	μ	10^{-6}	giga	G	10^9
Mili	m	10^{-3}	tera	T	10^{12}
Centi	c	10^{-2}	peta	P	10^{15}
Deci	d	10^{-1}	exa	E	10^{18}