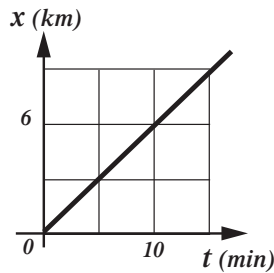


Unidad 1

Mecánica

Cinemática

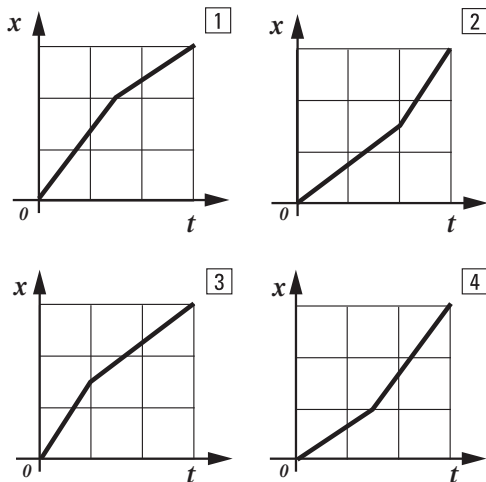
1- Un móvil se desplaza en forma rectilínea de acuerdo al siguiente gráfico de posición en función del tiempo.



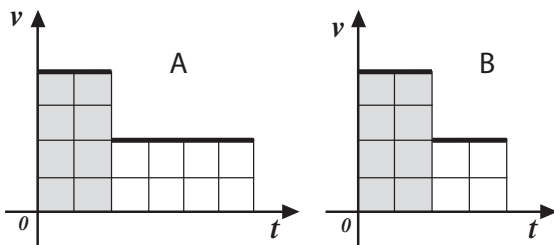
- Describa su movimiento.
- ¿Con qué velocidad se desplaza? Exprésela en km/h y m/s. Grafique $v(t)$.
- ¿Dónde se hallará a las 2 horas? ¿Cómo supone que debe ser el movimiento durante esas dos horas?
- ¿En qué instante estará a 18 km del origen de coordenadas?

2- Un ciclista que viaja en una trayectoria rectilínea recorre la primera mitad de su camino a 40 km/h y la otra a 20 km/h. Despreciando el tiempo empleado en variar la velocidad,

a) ¿cuál de los siguientes gráficos de posición en función del tiempo representa el movimiento?



b) ¿cuál de los siguientes gráficos de velocidad en función del tiempo representa el movimiento?

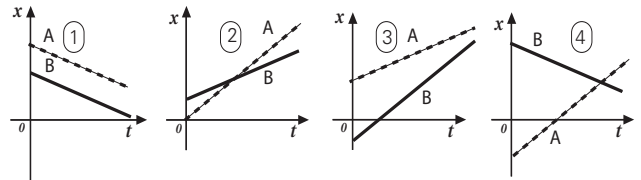


c) El otro gráfico de $v(t)$, ¿con cuál de los gráficos $x(t)$ se corresponde? Describa la situación correspondiente a estos gráficos.

d) Observando las áreas bajo los respectivos gráficos de $v(t)$ analice la veracidad o falsedad de la siguiente expresión de la velocidad media:

$$v_m = (v_1 + v_2)/2$$

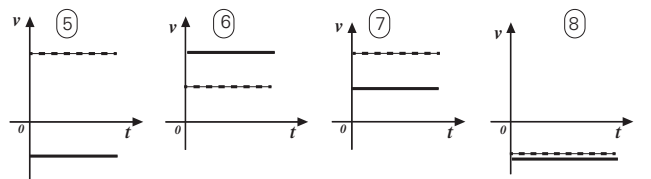
3- Los gráficos posición en función del tiempo corresponden a dos móviles que se desplazan en una misma ruta recta: A (en línea punteada) y B (en línea llena).



3.1- Dadas las siguientes proposiciones, indique a qué gráficos $x(t)$ corresponde cada una:

- Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y A va más rápido que B.
- Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y B va más rápido que A.
- Ambos móviles se desplazan en el mismo sentido y con la misma velocidad.
- Ambos móviles se desplazan en sentido contrario y A va más rápido que B.
- El móvil A se desplaza en sentido opuesto al sentido adoptado como positivo en el sistema de referencia elegido.
- El móvil B se desplaza en sentido opuesto al sentido adoptado como positivo en el sistema de referencia elegido.

3.2- Dados los siguientes gráficos de velocidad en función del tiempo, indique la correspondencia con los gráficos $x(t)$ anteriores.



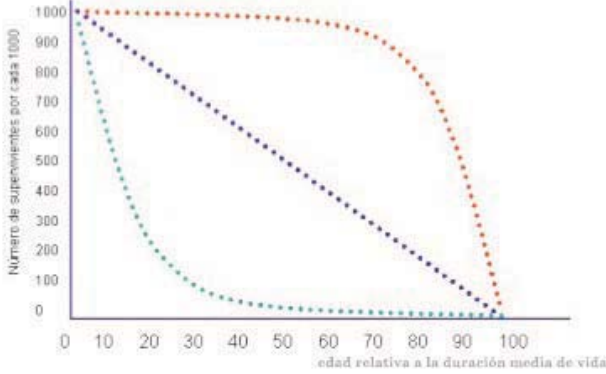
4- Un corredor recorre 500 metros llanos en 80 segundos. Al llegar al extremo del recorrido se detiene durante diez segundos y retorna por el mismo camino en 100 segundos. La velocidad puede considerarse constante durante cada tramo y se desprecia el tiempo empleado en cambiar la velocidad.

Elija un sistema de referencia y:

- Grafique la posición del corredor en función del tiempo, desde que sale hasta que vuelve.
- ¿Cuánto vale la velocidad a la ida? ¿Cuánto vale la velocidad a la vuelta?
- Grafique la velocidad del corredor en función del tiempo para todo el recorrido.
- ¿Dónde se hallará el corredor a los 40, a los 85 y a los 125 segundos después de la partida?

5- En las siguientes curvas de supervivencia se representa el número de supervivientes para una población de mil individuos en función de la edad (relativa a la duración media de vida).

Identifique en el gráfico a las curvas I, II y III descriptas en los siguientes párrafos.

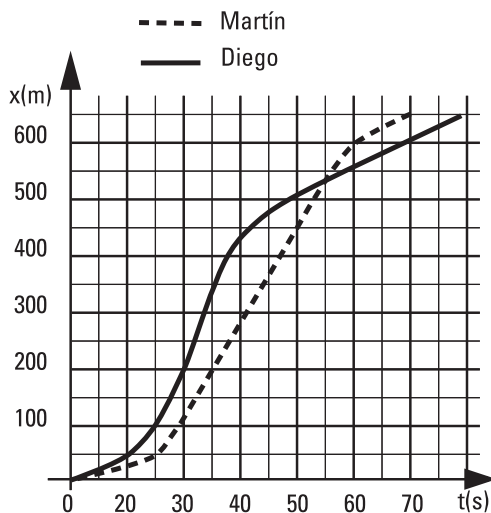


Curva tipo I: los organismos representados por esta curva se caracterizan por tener una probabilidad de muerte constante a lo largo de la vida. Ciertas plantas y animales se ajustan a este gráfico.

Curva tipo II: los organismos representados por esta curva son aquellos que tienen una baja mortalidad al nacer y durante las primeras etapas de la vida. La probabilidad de morir aumenta progresivamente en las etapas finales. A este tipo de curva de supervivencia pertenecen los seres humanos de los países desarrollados, donde la mortalidad es muy baja luego del nacimiento, en la infancia y en la juventud.

Curva tipo III: Es distintiva de aquellos organismos que tienen una gran descendencia inicial acompañada de alta mortalidad. Luego la mortalidad desciende y aumenta la probabilidad de sobrevivir. Muchos peces responden a este tipo de características.

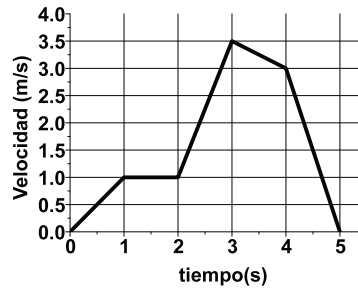
6- Diego y Martín compiten en una carrera de 600 m. El gráfico posición- tiempo para ambos es el siguiente:



Responda, justificando:

- a) Si ambos parten desde el mismo punto.
- b) Quién gana y dónde está el otro en ese instante.
- c) Si alguno se detiene al llegar a la meta.
- d) Calcule la velocidad media que desarrolla cada uno durante toda la carrera hasta llegar a la meta.
- e) Quién alcanza una velocidad instantánea mayor y cuál es dicha velocidad.
- f) Grafique v vs t para uno de ellos a elección (en los tramos acelerados considere que la aceleración es constante).

7- En la figura se representa la velocidad en función del tiempo de un objeto. Indique cuál es la única afirmación correcta:

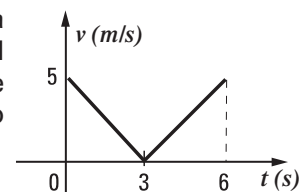


- La aceleración entre 0 s y 1 s es mayor que entre 2 s y 3 s.
- El objeto se desplaza más entre los 3 s y 4 s que entre los 2 s y 3 s.
- Entre 0 s y 5 s la velocidad media es cero.
- En el primer segundo avanza y en el último retrocede.
- Entre 1 s y 2 s el objeto no se desplaza.
- A los 5 s el objeto está en la posición inicial.

8- Un automóvil parte del reposo, se mueve con aceleración constante y alcanza una velocidad de 100 km/h en 10 segundos.

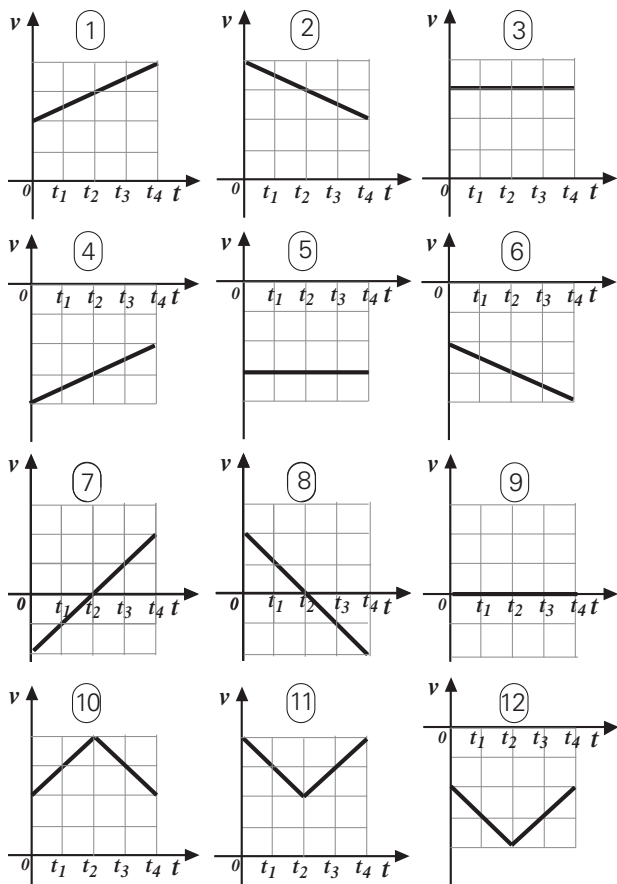
- a) ¿Qué aceleración tiene el automóvil? Grafique la aceleración en función del tiempo.
- b) Grafique la velocidad en función del tiempo. ¿Cuál es su velocidad al cabo de cinco segundos?
- c) Grafique la posición en función del tiempo; indique la posición a los 5 y a los 10 segundos de la partida. ¿Cuál es la relación entre estas dos posiciones? Compare cuánto recorre en los primeros 5 segundos con lo que recorre en los siguientes 5 segundos.

9- El gráfico representa la velocidad en función del tiempo de un móvil que se desplaza con movimiento rectilíneo.



- a) Grafique la aceleración en función del tiempo correspondiente.
- b) Elija un origen del sistema de referencia y grafique la posición en función del tiempo.
- c) Invente una historia que se ajuste a los gráficos realizados.

10- Los siguientes gráficos representan la velocidad en función del tiempo para distintos móviles que en $t = 0$ están en el origen de coordenadas. El sentido positivo del sistema de referencia es hacia la derecha.

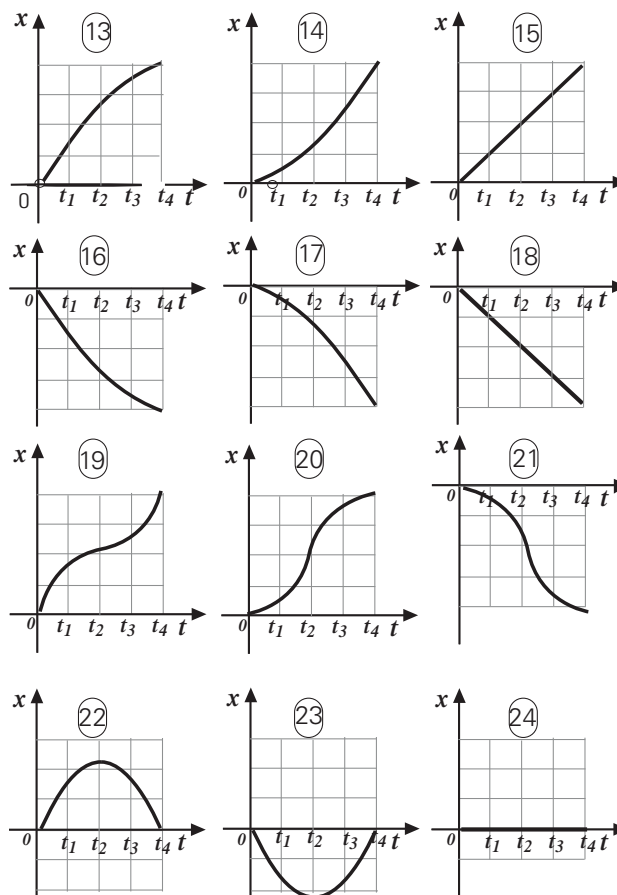


- 10.1- Indique cuáles son los móviles que entre t_0 y t_4 :
- se mueven siempre hacia la derecha.
 - se mueven siempre hacia la izquierda.
 - se mueven primero hacia la derecha y luego hacia la izquierda.
 - se mueven primero hacia la izquierda y luego hacia la derecha.
 - siempre disminuyen su rapidez.
 - siempre aumentan su rapidez.
 - primero disminuyen su rapidez y luego la aumentan.
 - primero aumentan su rapidez y luego la disminuyen.
 - en t_4 están más distantes del origen, hacia la derecha.
 - en t_4 están más distantes del origen, hacia la izquierda.
 - en t_4 están en el origen.
 - Se mueven con MRU.

10.2- Indique qué móviles tienen la misma velocidad media en el intervalo entre $t = 0$ y t_4 .

10.3- Grafique cualitativamente la aceleración en función del tiempo $a(t)$ para cada móvil.

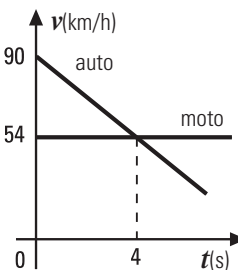
10.4- Los siguientes gráficos representan la posición en función de tiempo correspondientes a los doce móviles mencionados anteriormente. Indique la correspondencia entre los gráficos $v(t)$ y $x(t)$.



11- Un móvil recorre dos tramos rectilíneos sucesivos. El primer tramo, de 200 m, lo hace a una velocidad constante de 10 m/s. El segundo tramo lo hace en forma uniformemente variada, triplicando la velocidad que tenía, en un intervalo de 10 segundos.

- Grafique la velocidad en función del tiempo.
- Calcule la velocidad media para cada tramo y para el recorrido total.
- Grafique la aceleración y la posición en función del tiempo.

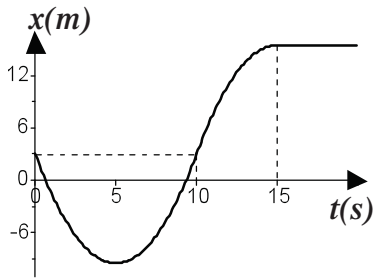
12- Al sobrepasar a una motociclista, un automovilista se da cuenta que se trata de un amigo e instantáneamente (se desprecia el tiempo de reacción) aplica los frenos. Toda la información está contenida en el gráfico de velocidad en función del tiempo, en el que se activó el cronómetro en el instante en el que el auto sobrepasa a la moto.



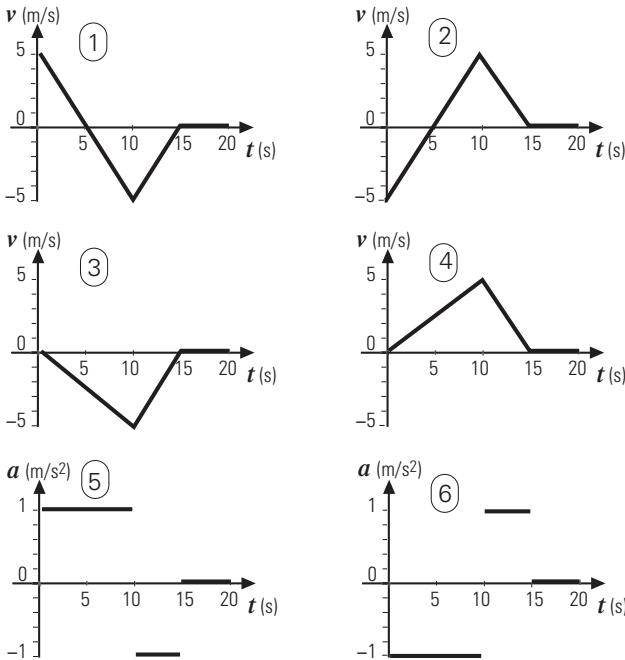
Indicar cuál es la única opción correcta.

- Los móviles se encuentran a los 4 segundos.
- Los móviles se mueven en sentido contrario.
- La moto está detenida y el auto retrocede.
- Los móviles se encuentran luego de haber recorrido 80 m.
- Los móviles se encuentran a los 8 segundos.
- En $t = 4$ s la moto está adelante del auto.

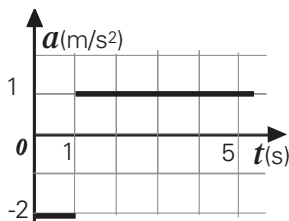
13- El gráfico muestra la posición de un cuerpo que realiza un movimiento unidimensional en función del tiempo. Las curvas en los intervalos temporales [0 s, 10 s] y [10 s, 15 s] son arcos de parábolas.



Diga qué par de gráficos corresponden a su velocidad y a su aceleración en función del tiempo.



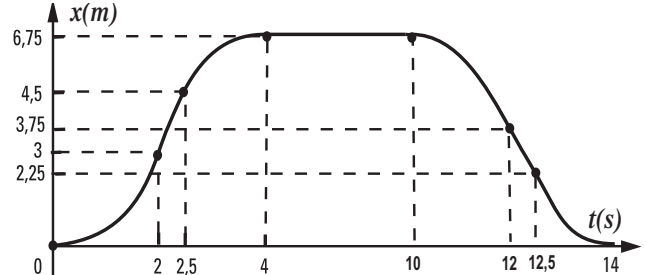
14- Un cuerpo que se mueve en un camino rectilíneo en el sentido positivo del eje x pasa, en $t = 0$ s, por la posición $x = 5$ m con una velocidad $v = 2$ m/s.



Su gráfico de aceleración en función del tiempo se muestra en la figura.

- Calcule la velocidad del móvil en $t = 5$ s.
- Grafique $v(t)$.
- Calcule la posición del móvil en $t = 5$ s.
- Averigüe si el móvil invierte su sentido de movimiento.
- Grafique $x(t)$.

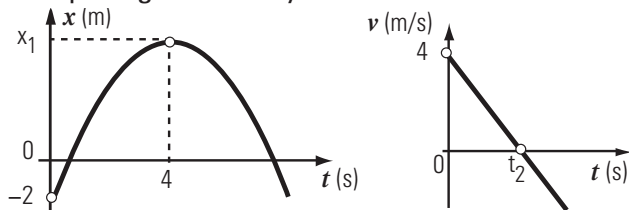
15- En el gráfico se representa la posición en función del tiempo de un ascensor. El sistema de referencia tiene su origen en planta baja y su sentido positivo es hacia arriba.



- Si el ascensor sigue una trayectoria recta, ¿cómo es posible que su gráfico $x(t)$ sea una curva?
- ¿Dónde estaba el ascensor a los 2 segundos?
- ¿En qué intervalo de tiempo ascendió? Mientras ascendió, ¿lo hizo siempre del mismo modo, o a veces lo hizo más rápido y a veces más lento? Justifique.
- Ídem c) para el movimiento de descenso.
- ¿En qué intervalo de tiempo estuvo detenido?
- ¿En qué intervalos su velocidad fue constante?
- Calcule la máxima rapidez alcanzada.
- Grafique la velocidad en función del tiempo, (en los tramos acelerados considere que la aceleración es constante).
- ¿En qué intervalo la velocidad es positiva? ¿En qué intervalo negativa? ¿Qué significa?
- ¿Qué significado físico tiene el área bajo la curva $v(t)$? Haciendo uso de eso, calcule la posición del ascensor a los 11 segundos.
- Grafique la aceleración del ascensor en función del tiempo.
- ¿En qué intervalos la aceleración es positiva? ¿En cuáles es negativa?
- ¿Cómo puede conocer el signo de la aceleración mirando el gráfico $x(t)$? ¿Y si mira solo el gráfico $v(t)$?
- ¿En qué intervalos el ascensor aumenta su rapidez? ¿En cuales disminuye su rapidez? Justifique.

ñ) ¿Qué significado físico tiene el área bajo la curva $a(t)$? Haciendo uso de esto, calcule la velocidad del ascensor a los 3 segundos.

16- Los gráficos siguientes representan la posición y la velocidad en función del tiempo de un móvil que sigue una trayectoria rectilínea.



- 16-1** Entonces, los valores de x_1 y de t_2 son:
- | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 4 m y 4 s. | <input type="checkbox"/> 8 m y 4 s. | <input type="checkbox"/> 16 m y 8 s. |
| <input type="checkbox"/> 4 m y 8 s. | <input type="checkbox"/> 6 m y 4 s. | |
| <input type="checkbox"/> Falta conocer la aceleración para determinarlo. | | |

16-2 ¿Los gráficos anteriores pueden corresponder a un tiro vertical hacia arriba en el vacío (en ausencia de aire)?

17- Un objeto es arrojado verticalmente hacia arriba desde la terraza de un edificio, alcanza cierta altura y regresa al punto de partida al cabo de 10 s. Desprecie la resistencia del aire y considere como sistema de referencia un eje vertical con sentido positivo hacia arriba. Indique cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

- El desplazamiento en el primer segundo es el mismo que el desplazamiento en el último segundo.
- En el primer segundo recorrió la misma distancia que en el último segundo.
- A los 3 segundos se encontraba a la misma altura que a los 7 segundos.
- Al ascender su rapidez disminuye y al descender aumenta.
- Al alcanzar su altura máxima la velocidad y la aceleración son nulas.
- En el último segundo de subida asciende 5 m.

18- Un proyectil se lanza desde el piso verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 30 m/s. Se desprecia el rozamiento con el aire.

- Grafique $a(t)$.
- Grafique la velocidad en función del tiempo.
- Calcule la altura máxima.
- Calcule la velocidad con la que llega al piso.

19- Una piedra cae libremente partiendo del reposo desde una altura de 45 m respecto del piso.

- ¿Cuál es su velocidad dos segundos después de la partida?
- Grafique la velocidad en función del tiempo.
- ¿A qué altura está 2 s después de la partida?

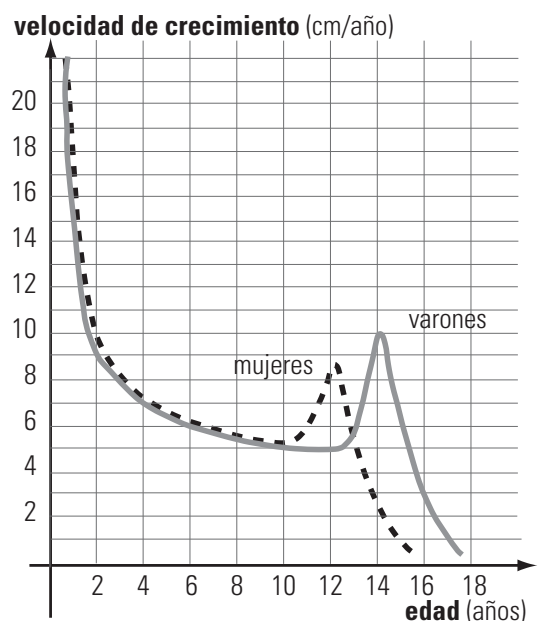
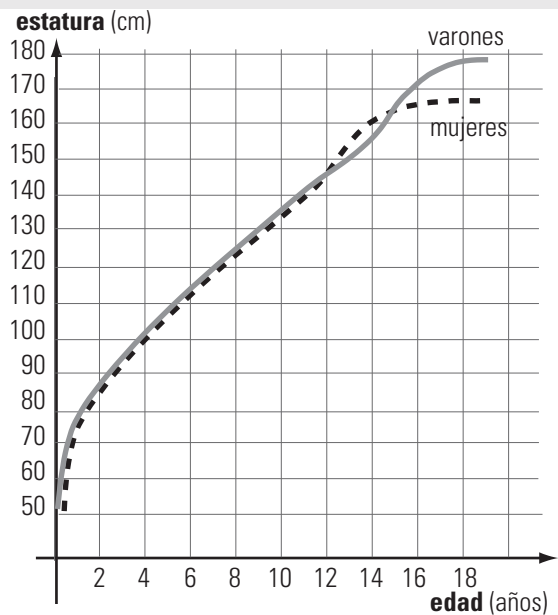
20- Responda verdadero o falso y justifique.

- En el vacío no hay gravedad.
- En un tiro vertical hacia arriba, el movimiento es primero desacelerado y luego acelerado, entonces la aceleración cambia de signo.
- Si se sueltan una pluma y una piedra dentro de un tubo en cuyo interior se hizo vacío ambos objetos caen a la par.
- Hay casos en que la velocidad es cero y la aceleración es distinta de cero.
- En un tiro vertical hacia arriba, en la mitad del tiempo que tarda en subir llega a la mitad de la altura máxima.
- En un tiro vertical hacia arriba, en la mitad del tiempo que tarda en subir, tiene la mitad de la velocidad inicial.
- En un tiro vertical hacia arriba desde el suelo, el vector velocidad inicial es igual al vector velocidad cuando vuelve al suelo.

21- Se lanzan simultáneamente desde el piso en dirección vertical y hacia arriba dos proyectiles A y B. El módulo de la velocidad inicial de B es el doble que el de la de A. Se desprecia el rozamiento con el aire.

- Grafique $v(t)$ para ambos desde el lanzamiento hasta que vuelven al piso.
- A partir de un análisis gráfico, compare sus tiempos de altura máxima y sus alturas máximas.
- Grafique $x(t)$ para ambos desde el lanzamiento hasta que vuelven al piso.

22- Crecimiento. Los gráficos y textos adjuntos han sido extraídos de un artículo de la revista Ciencia Hoy: *La influencia ambiental en el crecimiento humano de L.M. Guimarey, F.R. Carne-se, H. Pucciarelli.*



Analice detalladamente la información presentada relacionando ambas curvas.

a) Describa cómo evoluciona la estatura con la edad. ¿Lo hace siempre de la misma manera? ¿En qué etapas el crecimiento es más rápido?

Especifique y correlacione las características de los gráficos de altura y el de velocidad de crecimiento (pendientes, concavidades, etc):

- en la etapa que va desde el nacimiento hasta los 2-3 años.
- en la etapa preescolar y escolar temprana
- en la etapa de la pubertad
- en la adultez

b) Compare el crecimiento de varones con el de las niñas. ¿En qué etapa se diferencian? ¿Cómo se diferencian?

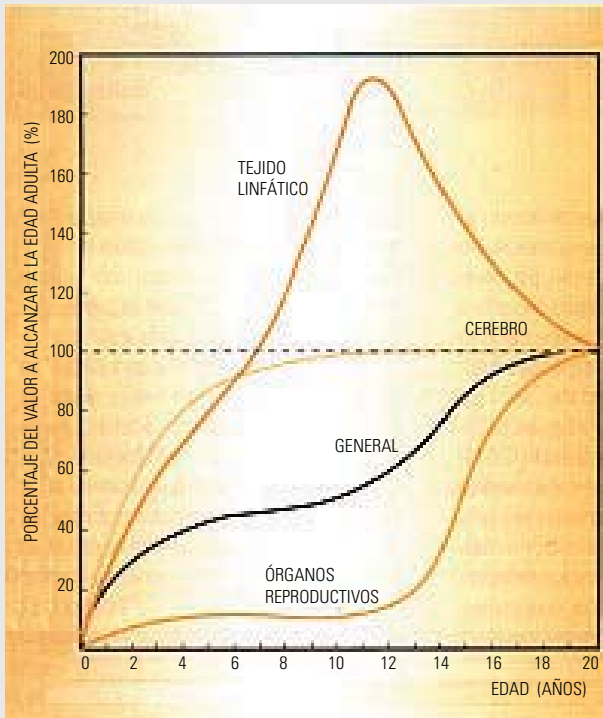
c) ¿Qué interpretación tiene el área bajo la curva del gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad?

d) Complete los gráficos adjuntos de acuerdo a lo que dice la *National Library of Medicine*:

“Las personas suelen perder alrededor de un centímetro (0,4 pulgadas) cada 10 años después de los 40 años. La pérdida de estatura es incluso más rápida después de los 70 años. Usted puede perder un total de 1 a 3 pulgadas de estatura a medida que envejece.”

¿Qué signo tiene la velocidad de crecimiento después de los 40 años? Justifique

23- El aumento del peso corporal durante el crecimiento se puede representar por curvas similares a las que describen la evolución de la estatura. Sin embargo, no todos los tejidos y órganos crecen con el mismo ritmo. La figura muestra el crecimiento de diferentes órganos y tejidos comparado con el crecimiento general del cuerpo. Las cifras expresan porcentajes del valor a alcanzar en la edad adulta.



a) A los dos años de edad, ¿qué órganos tienen mayor velocidad de crecimiento respecto a la de crecimiento general del cuerpo?

b) ¿Entre qué edades la velocidad de crecimiento de los órganos reproductores es mayor que la de crecimiento general del cuerpo?

c) Los tejidos linfáticos, ¿a qué edad invierten el sentido de crecimiento? ¿Qué signo tiene la velocidad de crecimiento antes y después de esa edad? Justifique.

d) ¿Qué órgano mantiene hasta alcanzar la edad adulta el mismo sentido de aceleración de crecimiento?

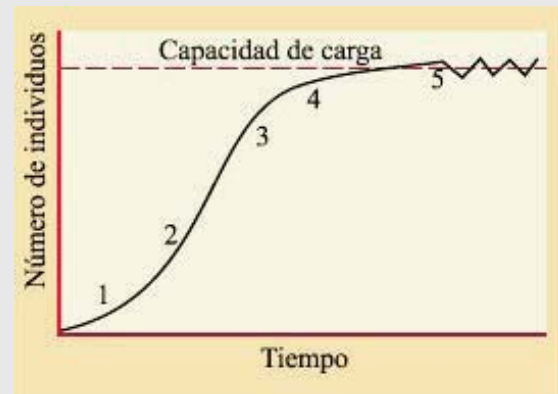
e) Realice un gráfico cualitativo de aceleración de crecimiento en función de la edad para el crecimiento general del cuerpo.

24- Evolución de poblaciones

(textos extraídos de *Biología* de H. Curtis).

24-1 “El número promedio de individuos de la población que el ambiente puede sostener bajo un determinado conjunto de condiciones se llama **capacidad de carga**. Para las especies animales puede estar determinada por la disponibilidad de alimento o por el acceso a sitios de refugio.

Uno de los patrones de crecimiento más simples observados en las poblaciones naturales consiste en una fase de establecimiento inicial en que el crecimiento de la población es relativamente lento seguido de una fase de aceleración rápida. Luego, a medida que la población se aproxima a la capacidad de carga del ambiente, la tasa de crecimiento se hace más lenta y finalmente se estabiliza, aunque puede haber fluctuaciones alrededor de la capacidad de carga.”



- En los primeros momentos, cuando la población se instala en una región, el número de individuos es bajo y por lo tanto, aunque se reproduzcan, la población comienza a crecer lentamente.

- A medida que el número de individuos aumenta, el crecimiento de la población se acelera porque ahora son muchos más los que se reproducen.

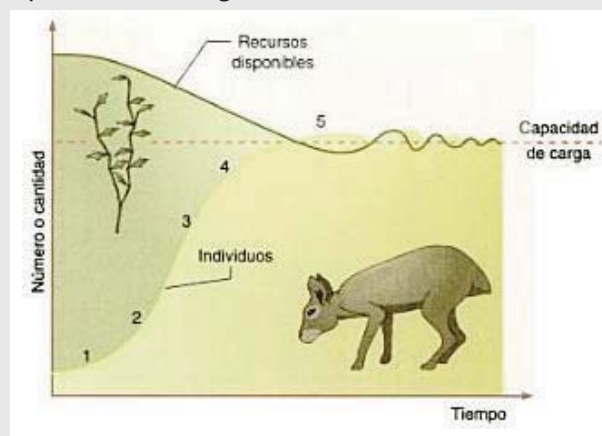
- Luego, a medida que la cantidad de individuos aumenta, deberán competir cada vez más por el espacio, el alimento y el agua. Llegará un momento en que los recursos del lugar comenzarán a ser escasos para tantos. Posiblemente menos individuos llegarán a la madurez y el ritmo de reproducción se volverá más lento.

- De esta manera, la naturaleza misma regula el crecimiento de una población hasta que se estabiliza en un número promedio de individuos, aunque puede fluctuaciones alrededor de ese valor.

b) Grafique cualitativamente la tasa de crecimiento de la población (considerando que en el gráfico dado los tramos curvos son arcos de parábola). Interprete el significado del área bajo la curva de este gráfico.

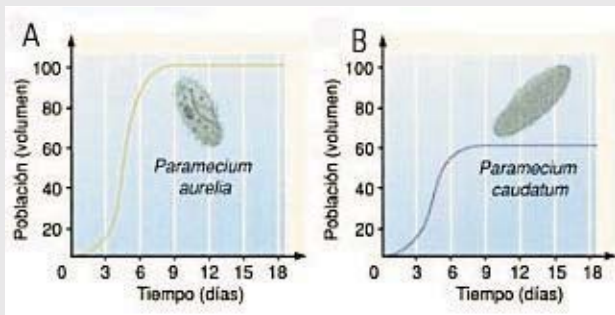
c) Compare los gráficos de este problema con los gráficos correspondientes al intervalo (0s, 10s) del ejercicio 15. ¿Encuentra semejanzas?

d) El gráfico adjunto muestra las curvas de cantidad de individuos, recursos disponibles y capacidad de carga.

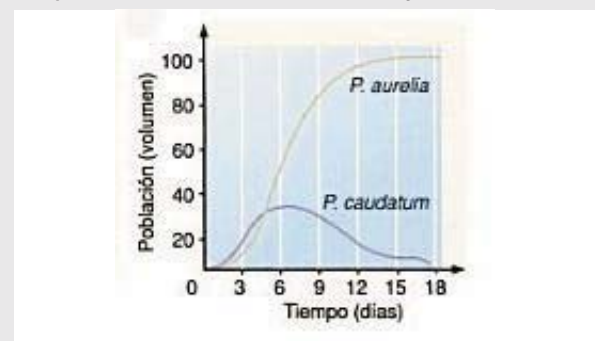


Relacione la curva de individuos con la de recursos. ¿Cómo son los signos de las tasas de crecimiento de individuos y de recursos disponibles?

24-2 En los gráficos se muestran los resultados de los experimentos de Gause con dos especies de Paramecium que se encuentran en competencia directa por el mismo alimento limitado. Paramecium aurelia(A) y Paramecium caudatum(B) fueron cultivados primero separadamente en condiciones controladas y con un constante suministro de alimento.



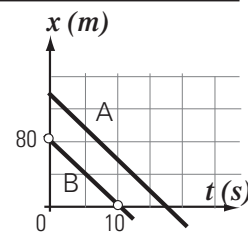
En el siguiente gráfico se muestra cuando los dos protistas fueron cultivados juntos.



- ¿Cuál de las dos especies es más eficiente en el uso de recursos cultivadas por separado?
- Describe el resultado de cultivar ambas especies juntas.
- Represente cualitativamente en un mismo gráfico la tasa de crecimiento de Aurelia cuando es cultivada sola y cuando es cultivada con Caudatum.

Dinámica

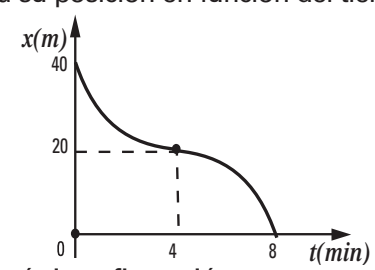
25- El gráfico posición-tiempo de la figura corresponde a dos ciclistas, A y B, que circulan por una misma calle rectilínea. Indique cuál es la única afirmación correcta.



- En esas condiciones:
- en el intervalo entre 0 y 10 segundos, A se desplaza más que B.
 - el ciclista A pasa antes que el B por la posición de referencia $x = 0$.
 - la velocidad de A es siempre mayor que la de B.
 - la aceleración que tiene A es mayor que la de B.
 - ambos están frenando con la misma aceleración.
 - la fuerza resultante sobre cada uno de ellos es nula.

26- Un cuerpo de 1000 kg adquiere una aceleración de 2 m/s^2 bajo la acción de varias fuerzas, ¿cuál es la intensidad de la fuerza resultante?

27- Un cuerpo se mueve por un camino rectilíneo. El gráfico indica su posición en función del tiempo.

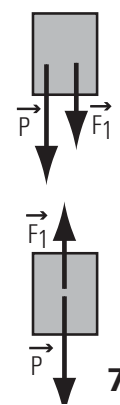


- a) Indique la única afirmación correcta:
- La rapidez disminuye todo el tiempo durante los primeros 8 minutos.
 - La fuerza resultante sobre el cuerpo es constante.
 - El cuerpo disminuye su rapidez durante los primeros 4 min y luego invierte su sentido de movimiento, moviéndose cada vez más rápido.
 - La fuerza resultante sobre el cuerpo cambia de sentido en $t = 4$ minutos.
 - El cuerpo aumenta su rapidez durante los primeros 4 minutos y luego frena hasta detenerse en $t = 8$ minutos.
 - En $t = 4$ min la velocidad cambia de sentido.

b) Grafique cualitativamente la fuerza resultante en función del tiempo para el intervalo $[0; 8\text{min}]$.

28- Un cuerpo de masa 15 kg tiene aplicadas las fuerzas indicadas cuyos módulos son los siguientes:

$F_1 = 10 \text{ kgf}$
 $P = 15 \text{ kgf}$



- Para cada caso:
- Dibuje la fuerza resultante.
 - Calcule la aceleración del cuerpo.

Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin el permiso de la cátedra.

29- Una niña sostiene una pelota.

a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota si la mantiene sobre su mano en equilibrio? Compare sus módulos. Identifique las reacciones correspondientes.

b) 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.

c) ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras está en el aire? Aclare las suposiciones que emplea para resolver este problema.

30- Indique cuál de las siguientes proposiciones es la única correcta:

Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto es cero, estará necesariamente en reposo.

Una bolsa de papas que pese 50 kgf en la Tierra, tendrá una masa de 50 kg en todas partes.

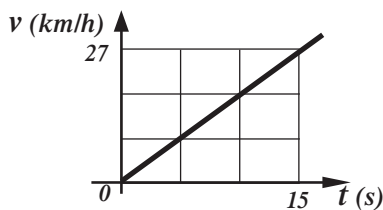
Una bolsa de carbón que tenga una masa de 20 kg en la Tierra, pesará 20 kgf en todas partes.

Si dos equipos juegan tirando de una soga, ésta hace menos fuerza al equipo que gana que al que pierde.

Durante todo el viaje de una persona en un ascensor, la fuerza que el piso hace sobre los zapatos equilibra al peso.

Para que un objeto se mantenga en movimiento rectilíneo uniforme debe tener una aplicada una única fuerza constante.

31- 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 recorre 27 km.

Se desplaza con movimiento rectilíneo uniforme, siendo su velocidad 27 km/h.

La fuerza resultante sobre el tren es cero.

Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado con una aceleración de 10 m/s^2 .

Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración $0,5 \text{ m/s}^2$.

La fuerza resultante aumenta en el tiempo.

32- Un paquete atado a una soga asciende verticalmente frenando con una aceleración de módulo 2 m/s^2 . Se desprecia el rozamiento con el aire. Si el módulo de la fuerza vertical hacia arriba que ejerce la soga es de 18 N, ¿cuál es la masa del paquete?

33- Analice la veracidad o falsedad de las proposiciones dadas:

a) Un cuerpo no puede mantenerse en movimiento sin que una fuerza actúe sobre él.

b) Toda variación de la velocidad de un cuerpo exige la existencia de una fuerza aplicada sobre el mismo.

c) Cuando una mariposa golpea contra el vidrio delantero de un automóvil en movimiento la fuerza que hace la mariposa sobre el vidrio tiene la misma intensidad que la que hace el vidrio sobre la mariposa.

d) Según como proceda una persona para subir a un estante una carga de 30 kg podría llegar a hacerle en algún instante una fuerza de módulo menor que 30 kgf.

e) Si un cuerpo tiene aplicada una única fuerza hacia abajo, solo puede moverse hacia abajo.

f) En un cuerpo apoyado sobre un plano horizontal la fuerza peso y la fuerza que el plano conforman un par de interacción.

g) Cuando un colectivo frena una fuerza nos impulsa hacia adelante.

h) Un cuerpo atado a una soga se sube con velocidad constante y luego se baja con velocidad constante en dirección vertical; entonces la tensión es mayor al peso en la subida y menor al peso en la bajada.

34- Un ascensor de 800 kg sube aumentando su velocidad a razón de 2 m/s en cada segundo.

a) Calcule la fuerza que ejerce el cable que lo eleva.

b) ¿Cuál es la aceleración al cortarse el cable?

c) Si se corta el cable, ¿el ascensor sigue subiendo? ¿Por qué?

35- Un hombre cuya masa es de 80 kg se pesa en un ascensor. Responda cuánto indicará la balanza en el caso que el ascensor:

a) sube con velocidad constante de 2 m/s .

b) baja con velocidad constante de 2 m/s .

c) sube aumentando su velocidad a razón de 2 m/s por segundo.

d) sube frenando con una aceleración de 2 m/s^2 .

e) empieza a bajar con una aceleración de 2 m/s^2 .

f) baja frenando con una aceleración de 2 m/s^2 .

g) se corta la soga del ascensor.

36- Sobre una pasajera en reposo dentro de un ascensor, el piso ejerce una fuerza cuyo módulo es $4/5$ del peso de la mujer. En estas condiciones el ascensor puede estar:

ascendiendo y frenando con una aceleración de $4g/5$.

descendiendo y frenando con una aceleración de $g/5$.

moviéndose con velocidad constante.

ascendiendo y frenando con una aceleración de $g/5$.

en caída libre.

descendiendo y frenando con una aceleración de $4g/5$.

37- Estudio de la mecánica del salto vertical humano.

En el gráfico adjunto se representa la posición del centro de masa corporal (CM) de una persona que realiza un salto vertical, en función del tiempo.

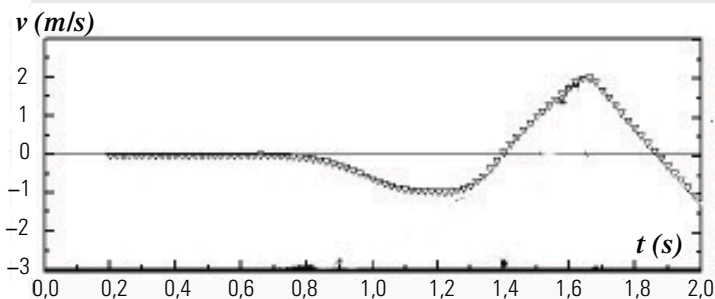
El salto, se inicia a partir del reposo en el instante t_a desde una posición erguida a partir de la cual comienza el descenso del centro de masa corporal del saltador que flexiona las rodillas hasta una máxima flexión en el instante t_c . Allí comienza una etapa de ascenso del centro de masa por la extensión de las piernas.

El instante t_e es el momento de despegue. A partir de allí el saltador ya no está en contacto con el piso y sigue subiendo hasta alcanzar la altura máxima en t_f , luego de lo cual comienza la caída. Por último impacta contra el piso en t_g .

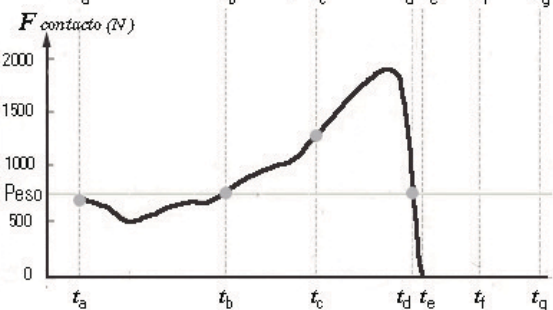
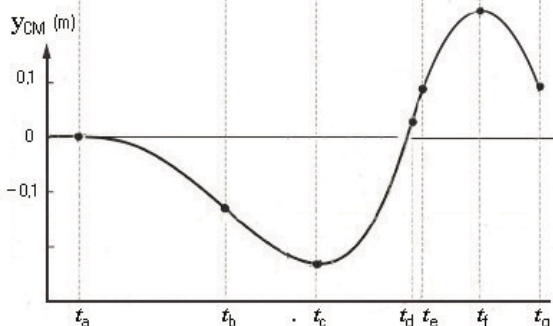
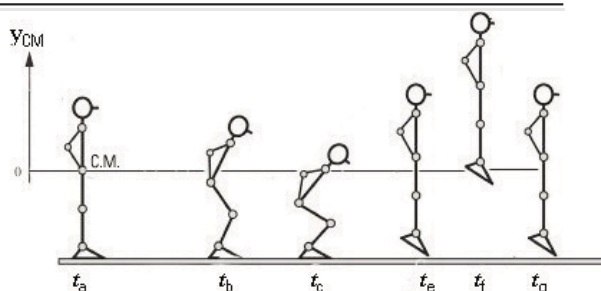
A) Observando el gráfico $y_{CM}(t)$, responda:

1. ¿Cómo se da cuenta de que el movimiento se inicia (en el instante t_a) a partir del reposo?
2. ¿En qué otros instantes el CM del saltador tiene velocidad nula?
3. ¿En qué intervalos el CM desciende? ¿Qué signo tiene la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ en esos intervalos?
4. ¿En qué intervalo el CM asciende? ¿Qué signo tiene la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ en este intervalo?
5. ¿En qué instante el CM sube con la velocidad máxima? Justifique.
6. ¿En qué instante, anterior al despegue, el CM baja con mayor rapidez?

B) Observando solo el gráfico $v(t)$ *, responda:



1. ¿En qué instantes el CM tiene velocidad nula? Identifique cada uno de ellos con el instante t_i correspondiente del gráfico $y_{CM}(t)$, y escríbalos debajo en el gráfico $v(t)$.
2. ¿En qué intervalos el CM desciende? Justifique.
3. ¿En qué intervalo el CM asciende? Justifique.
4. ¿En qué instantes la aceleración del CM es nula? Justifique.
5. Identifique cada uno de los instantes de aceleración nula con el instante t_i correspondiente del gráfico $y_{CM}(t)$, y escríbalos debajo. Justifique.
6. Sobre los dos gráficos dados, dibuje líneas verticales en los instantes de aceleración nula. Diga, justificando qué signo tiene la aceleración en los intervalos determinados entre dichas líneas.
7. Calcule cuánto se eleva el CM respecto a la posición que tiene cuando la persona está en el instante de despegue t_e .



C) Analice las causas de este movimiento:

1. Realice el diagrama de cuerpo libre del saltador. Indique los pares de reacción.
2. Habiendo, en B 6 dividido en intervalos los gráficos $y_{CM}(t)$ y $v(t)$ según el signo de la aceleración, compare en cada intervalo las intensidades de las fuerzas aplicadas. Agregue una línea vertical para indicar el intervalo en el que la fuerza de contacto con el piso vale cero. Sobre los gráficos escriba $F_c = P$, $F_c < P$, $F_c > P$ y $F_c = 0$, según corresponda.
3. El gráfico adjunto de $F_{contacto}(t)$ se realizó a partir de los registros de una plataforma de fuerza. Este instrumento se utiliza en biomecánica para la investigación clínica, el entrenamiento deportivo y el análisis de la seguridad en el trabajo. Corrobore lo realizado en el ítem 2 observando ese gráfico.
4. Complete el gráfico para $t < t_a$ y para $t_e < t < t_g$. ¿Cuál es la aceleración? Justifique. Corrobore su respuesta, calculando la aceleración usando los datos del gráfico $v(t)$. Considere que la masa del hombre es de 75 kg:
5. Si en t_a la reacción del piso es un 5 % menor que el peso, ¿cuánto vale la aceleración en ese instante? ¿está aumentando o disminuyendo su rapidez?
6. A partir de los datos del gráfico $F_{contacto}(t)$, calcule la aceleración del CM cuando la $F_{contacto}$ es máxima en la subida y cuando la posición es la mínima.
7. En t_f ¿cuánto valen la velocidad, la aceleración y la fuerza resultante?

*Extraído de Estudio Integrado de la Etapa Positiva de un Salto Vertical con Contramovimiento y Balanceo de Brazos de MT Miralles, R Paterson, C Barros, R Vecchio, I Gheris

38- Un hombre empuja un carrito cargado, de modo que la fuerza resultante sobre el mismo es de 60 kgf. Como consecuencia, adquiere una aceleración de $1,5 \text{ m/s}^2$. Si se quita carga de modo que la masa se reduce a la tercera parte, y suponemos que la fuerza resultante que actúa es la misma, halle la nueva aceleración del carrito.

39- Una futbolista patea una pelota de 0,4 kg, de modo tal que la fuerza media resultante es de 50 N.

a) ¿Qué dirección tiene la aceleración media? ¿Cuál es su valor?

b) ¿Con qué velocidad sale disparada la pelota si inicialmente estaba en reposo y el impacto dura 0,5 segundos?

c) Explique cuáles de las respuestas anteriores se modifican si, en el instante en que el jugador patea, la pelota tenía velocidad no nula.

40- Si un avión de 2500 kg vuela horizontalmente a velocidad constante.

a) ¿Cuánto vale la resultante de fuerzas sobre el avión?

b) ¿Cuál es el valor de la fuerza ascensional que el aire ejerce sobre el avión?

41- A un libro de masa 500 gramos 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.

42- Se aplica una fuerza de 20 N horizontal a un bloque de 5 kg que se desplaza sobre una superficie horizontal. ¿Cuánto vale la intensidad de la fuerza de rozamiento si el bloque se mueve con velocidad constante de 2 m/s ?

43- Un cuerpo de 1000 kg se encuentra apoyado en reposo sobre un plano horizontal sin fricción.

a) ¿Qué intensidad mínima tendrá la fuerza horizontal necesaria para moverlo?

b) Calcule la intensidad de la fuerza paralela al plano que ha de aplicarse para que se mueva con una aceleración de 2 m/s^2 .

c) Calcule la intensidad de la reacción normal que le hace el piso.

d) Si a los 5 segundos deja de aplicarse esta fuerza, ¿cuál será el movimiento posterior?

e) Realice los gráficos $a(t)$, $v(t)$ y $x(t)$ para dicho cuerpo, para el instante en el que partió hasta 10 segundos después (según b) y d)).

f) Considere que existe una fuerza de rozamiento cuya intensidad es de 1000 N y responda a los items b), c), d) y e).

Trabajo y energía

44- 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:

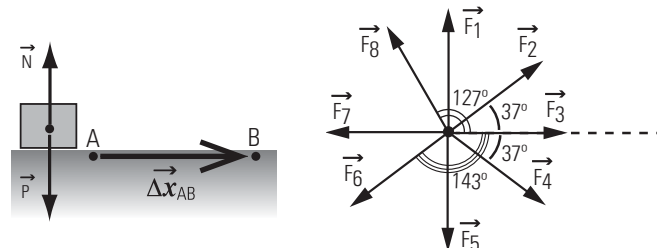
a) Lo empuja con una fuerza de 1000 N, paralela al piso, a lo largo de 8 metros.

b) 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 60 centímetros.

c) Camina horizontalmente, con velocidad constante, cargando el mueble sobre sus hombros.

d) 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.

45- Un cuerpo de 12 kg se desplaza apoyado sobre un plano horizontal sin rozamiento.



En la figura superior derecha se muestran fuerzas de igual intensidad (30 N) y diferentes direcciones y sentidos. Se ejerce solo una de esas fuerzas mientras el cuerpo se desplaza 4 m desde A hasta B. Elija, en cada caso, la fuerza que:

a) Aumenta más la energía cinética del cuerpo. ¿Cuánto aumenta su energía?

b) Disminuye más la energía cinética del cuerpo. ¿Cuánta energía pierde?

c) No cambia la energía cinética del cuerpo.

d) Si se aplicaran todas las fuerzas a la vez, ¿el cuerpo ganaría o perdería energía cinética?

e) En las condiciones del item anterior, calcule la velocidad en B si la velocidad en A es de 5 m/s .

46- Claudia pesa 60 kgf, y viaja en un ascensor desde el piso 4° hasta planta baja. Calcule:

a) El trabajo que realiza la fuerza que hace el piso del ascensor (la «normal») sobre ella, en los siguientes tramos de 4 m de longitud cada uno:

1) arranque con aceleración constante de $0,5 \text{ m/s}^2$

2) descenso con velocidad constante de 2 m/s

3) frenado con aceleración constante de $0,5 \text{ m/s}^2$

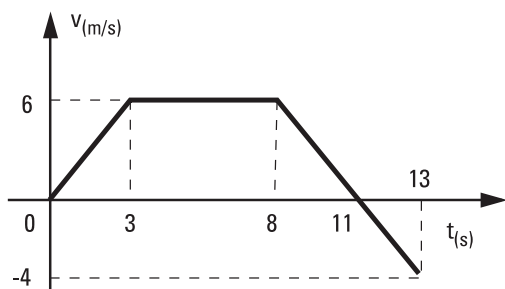
b) La variación de energía cinética en cada tramo.

47- 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.

a) Dibuje todas las fuerzas que actúan sobre el vehículo, e identifique sus pares de interacción.

b) Calcule, por consideraciones energéticas, el valor de la fuerza, supuesta constante, que actúa en el frenado.

48- En el gráfico adjunto se representa la velocidad de un móvil de 20 kg, en función del tiempo. Determine el trabajo que realiza la fuerza resultante, para las distintas etapas de su movimiento, y para el viaje total.



49- ¿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.

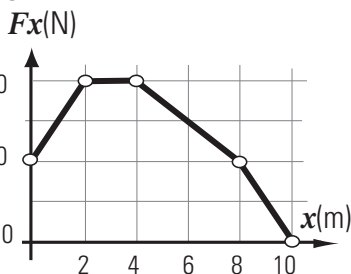
- 50 m 100 m 150 m 200 m
 faltan datos ninguna de las anteriores

50- Un caballo arrastra una carreta de 1000 kg, por un camino horizontal, a lo largo de 50 m. La lleva desde el reposo hasta que su velocidad es 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) ¿Cuánto varía la energía cinética de 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?

51- Sobre un cuerpo, inicialmente en reposo, en la posición $x = 0$, actúa una fuerza resultante en la dirección x que varía como muestra el gráfico.

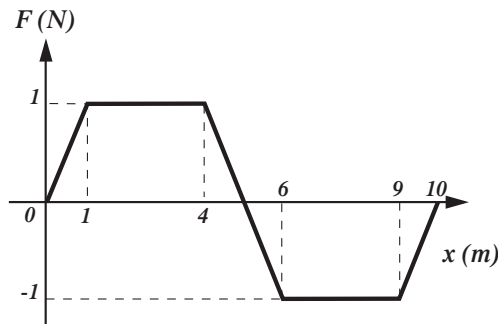
51-1 ¿Dónde es máxima su velocidad?



- en $x = 10$ m en $x = 8$ m
 en $x = 4$ m en $x = 2$ m
 en el intervalo $2 \text{ m} < x < 4 \text{ m}$
 Para contestar hace falta conocer la masa.

51-2 Grafique la aceleración en función de la posición. La masa del cuerpo es de 10 kg.

52- El siguiente gráfico representa 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.

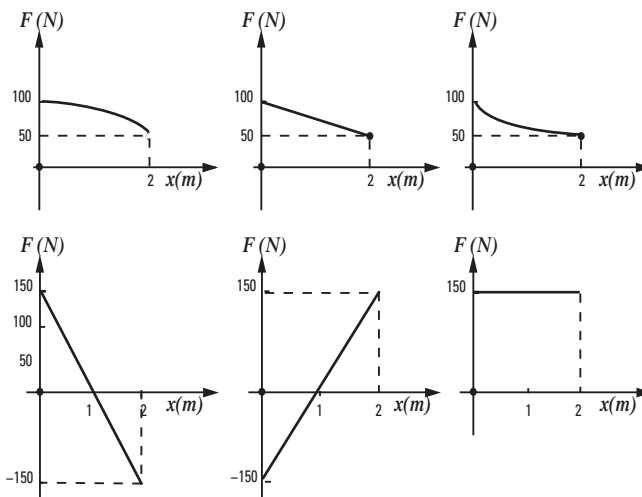


a) Calcule el trabajo de la fuerza resultante para el desplazamiento del primer metro, del segundo metro y de los cinco primeros metros.

b) Determine en qué posición el cuerpo tendrá el valor máximo de la energía cinética y en cuál el valor mínimo.

c) ¿En cuál o cuáles posiciones su velocidad es de 1 m/s?

53- Sobre un cuerpo que se desplazó 2 m por un camino horizontal actuó una fuerza en la dirección del movimiento que realizó un trabajo de 150 J. ¿Cuál de los siguientes gráficos representa el valor de la fuerza F en función de la coordenada de posición horizontal x ?



54- a) Calcule, por consideraciones energéticas, la velocidad con la que debe lanzarse una piedra verticalmente hacia arriba para que alcance una altura máxima de 5 m. 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 en términos energéticos.

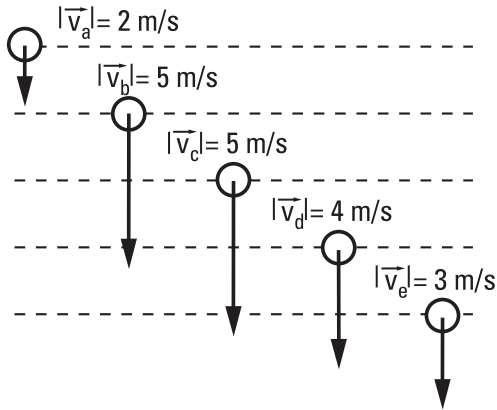
c) Realice los gráficos de energía cinética, potencial y mecánica en función de la altura.

55- Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba, desde el suelo. Se observa que, cuando está a 15 m del suelo, viaja a 25 m/s hacia arriba. Desprecie el rozamiento con el aire.

- Mediante consideraciones energéticas, calcule:
 a) La velocidad con la que fue lanzada.
 b) La altura máxima que alcanzará.

56- El dibujo muestra cinco cuerpos lanzados antes con distintas velocidades.

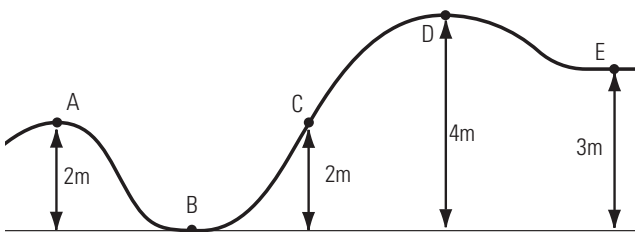
Se desprecia el rozamiento con el aire. Entre las líneas punteadas hay un metro de separación. Indique cuál alcanzó mayor altura.



57- Un cuerpo se deja caer a partir del reposo desde cierta altura del piso; se desprecia el rozamiento con el aire y se toma el nivel del piso como referencia de alturas para la energía potencial. Cuando el cuerpo tiene la mitad de la velocidad máxima alcanzada en la caída, los porcentajes de energía potencial y cinética, respecto de la energía mecánica, son, respectivamente:

- | | |
|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 12,5% y 87,5% | <input type="checkbox"/> 25% y 75% |
| <input type="checkbox"/> 75% y 25% | <input type="checkbox"/> 50% y 50% |
| <input type="checkbox"/> 87,5% y 12,5% | <input type="checkbox"/> 37% y 63% |

58- Un bloque de 2 kg pasa por A con una velocidad de 5 m/s, desplazándose, sin fricción, hacia la derecha.



- Entonces:
- Se detiene en D.
 - Pasa por E con $v=5$ m/s.
 - Llega hasta C y regresa a A.
 - Se detiene en E.
 - Pasa por E con una velocidad menor que 5 m/s.
 - Llega hasta un punto ubicado entre C y D y regresa a A.

59- 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.

- a) ¿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.
- b) ¿Con qué velocidad llega el esquiador al pie de la colina?
- c) ¿Qué debería hacer el esquiador para llegar al pie de la colina con una velocidad de 30 m/s? Justifique sobre la base de consideraciones dinámicas y energéticas (dé valores numéricos).
- d) ¿Y para llegar con una velocidad de 15 m/s?

60- Un chico de 40 kg se deja caer en una patineta desde una altura de 4 m por una pista semi-circular. Parte del reposo y llega, en el lado opuesto de la pista, hasta una altura máxima de 3 m.

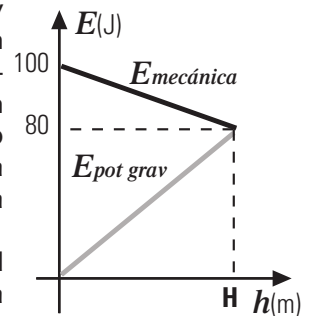
- a) ¿Qué fuerzas actúan sobre la persona y cuáles de ellas hacen trabajo?
- b) ¿Cuánto vale el trabajo de las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el sistema muchachopatineta (que ejercen el aire y el piso en conjunto)?
- c) ¿Podría haber llegado hasta una altura de 4 m? Dé varias alternativas y justifíquelas.

61-1 Una esquiadora desciende por una rampa con velocidad constante. Indique cuál es la única afirmación correcta:

- Sólo actúan el peso y la reacción normal del plano.
- El trabajo del peso es igual a la variación de la energía cinética.
- El trabajo realizado por el peso es negativo.
- Actúa una fuerza resultante de módulo constante en la dirección del plano y hacia abajo.
- La suma de los trabajos de todas las fuerzas que actúan sobre ella es cero.
- La suma de los trabajos de las fuerzas no conservativas que actúan sobre ella es cero.

61-2 Grafique la energía mecánica, cinética y potencial de la esquiadora en función de la altura en el mismo par de ejes.

62- El gráfico de la figura adjunta representa las energías mecánica y potencial gravitatoria de un objeto de 8 kg que es lanzado hacia arriba por un plano inclinado y rugoso de 30° con respecto a la horizontal, en función de la altura h respecto del piso.



- a) Calcule la velocidad de lanzamiento, y la altura máxima H alcanzada.
- b) Determine la intensidad de la fuerza de rozamiento (supuesta constante) que actuó durante el ascenso.

63- 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 porcentaje 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.

64- 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:

- La energía que el hombre debe entregar al cajón depende de la inclinación del plano.
 La energía mecánica del cajón no cambia.
 La energía mecánica que gana el cajón depende de su peso y de los 5 m de altura.
 La energía que pierde el hombre es igual a la que gana el cajón.
 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.
 Las fuerzas que actúan sobre el cajón son dos: el peso y la fuerza que ejerce el hombre.

65- 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.

Mediante consideraciones energéticas, calcule:

- a) la fuerza media que aplicó la grúa.
 b) la potencia media que desarrolla la grúa.

66- Un levantador de pesas eleva desde el piso hasta una altura de 2 m, una barra cuya masa es de 150 kg. Este proceso dura 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 con que el hombre transfiere energía 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?

67- Calcule la potencia media involucrada en los siguientes procesos; exprese los resultados en W y en HP (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.

68- ¿Cuánto cuesta mantener encendida durante 30 días, una lámpara de 100 W, si la energía eléctrica cuesta 3,5 pesos el kilowatt - hora?

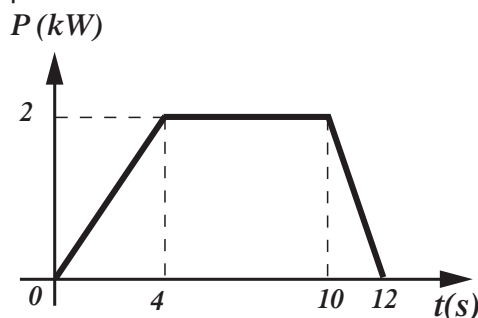
69- ¿Qué potencia media en HP desarrolla el motor de un auto de 1500 kg que parte del reposo y alcanza en 30 segundos una velocidad de 30 m/s?

70- 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:

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

71- El siguiente gráfico corresponde a la potencia instantánea desarrollada por la fuerza resultante sobre un objeto de 1000 kg que parte del reposo.



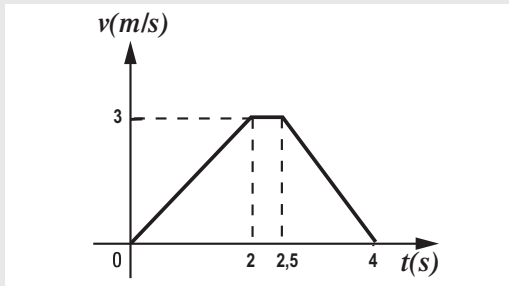
- a) Calcule el área encerrada bajo el gráfico y el eje t entre $t = 0$ y $t = 4$ s. Indique claramente sus unidades. ¿Qué representa dicho valor?
 b) ¿En qué instante la energía cinética del objeto es 6000 J?
 c) ¿Cuál es la velocidad del objeto a los 12 s de partir?

Ejercicios integradores

Estos ejercicios proponen integrar todos los contenidos conceptuales de la unidad. También integran los contenidos procedimentales: la extracción de información a partir de enunciados coloquiales, la aplicación de modelos teóricos a situaciones prácticas sencillas, la interpretación y confección de gráficos, la conversión de unidades y la identificación de relaciones funcionales entre magnitudes.

1- El ascensor

En el gráfico se representa la velocidad en función del tiempo de un ascensor de 1000 kg. El sistema de referencia tiene su origen en planta baja y su sentido positivo es hacia arriba.



- Grafique la posición y la aceleración en función del tiempo.
- ¿Cuál es el desplazamiento en los primeros dos segundos?
- ¿Qué porción de dicho desplazamiento tuvo en el primer segundo? (Justificar).
- Hacer el diagrama de cuerpo libre del ascensor. ¿Es el mismo para todo el viaje? Compare las intensidades de estas fuerzas en cada etapa.
- Calcule la potencia desarrollada por el cable del ascensor en la segunda etapa y expresarla en HP.
- Completar los siguientes cuadros referidos a la energía en cada una de las etapas y para el recorrido total.
- Calcular el trabajo de la fuerza del cable del ascensor durante los dos primeros segundos.

1	aumenta	disminuye	no cambia	2	aumenta	disminuye	no cambia
	Energía potencial					Energía potencial	
Energía cinética				Energía cinética			
Energía mecánica				Energía mecánica			

3	aumenta	disminuye	no cambia	Recorrido total	aumenta	disminuye	no cambia
	Energía potencial					Energía potencial	
Energía cinética				Energía cinética			
Energía mecánica				Energía mecánica			

- Para el intervalo entre $t = 0$ y $t = 4$ s, calcular:
 - el trabajo del peso
 - el trabajo de las fuerzas no conservativas
 - el trabajo de la resultante

2- El paracaidista

Cuando un paracaidista se deja caer desde un helicóptero en vuelo estacionario tiene inicialmente velocidad nula. La persona no realiza una caída libre, ni siquiera antes de abrir su paracaídas, ya que apenas empieza a caer el aire le ofrece resistencia.

El texto siguiente fue extraído del *Tratado de Fisiología Médica (décima edición) de Guyton- Hall*. Trata sobre las fuerzas asociadas con los saltos de un paracaidista antes y después de abrir su paracaídas.

“Al aumentar la velocidad de caída, también aumenta la resistencia del aire que tiende a frenarla. Finalmente, la fuerza de desaceleración de la resistencia del aire* equilibra exactamente la fuerza de aceleración de la gravedad, de forma que, tras caer durante 12 segundos, la persona desciende con una velocidad terminal* de unos 190 kilómetros por hora (53 metros por segundo).

Al abrir el paracaídas cuando ya ha alcanzado la velocidad terminal de caída, las correas de éste pueden soportar un “tirón de apertura” de hasta 450 kilos*.

El paracaídas de tamaño habitual lentifica la caída del paracaidista a una novena parte de la velocidad terminal, aproximadamente. En otras palabras, la velocidad de aterrizaje es de unos 6 metros por segundo y la fuerza de impacto contra la tierra es de 1/81 de la que se produciría sin paracaídas. Sin embargo, esa fuerza de impacto es todavía lo bastante grande como para lesionar considerablemente el cuerpo si el paracaidista no está bien entrenado para aterrizar. De hecho la fuerza de impacto contra la tierra es casi igual a la que se experimentaría saltando desde una altura de 1,8 metros. Si no está advertido, el paracaidista tendrá el reflejo equivocado de caer a tierra con las piernas extendidas y ello producirá enormes fuerzas de desaceleración a lo largo del eje esquelético del cuerpo, con fractura de pelvis, las vértebras o las piernas. En consecuencia, el paracaidista bien entrenado cae en tierra con las rodillas flexionadas pero con los músculos tensos, para amortiguar el golpe del aterrizaje.”

El texto, extraído de un libro de Medicina, tiene algunas imprecisiones en el uso del lenguaje de la Física; a continuación corregimos la terminología:

* fuerza de desaceleración de la resistencia del aire, en términos físicos, fuerza de resistencia del aire

* fuerza de aceleración de la gravedad, en términos físicos, fuerza gravitatoria o peso

* velocidad terminal o límite, una vez alcanzada no se modifica más. En rigor y teóricamente la velocidad terminal nunca se alcanza exactamente; pero después de un tiempo suficiente, la diferencia entre la velocidad terminal y la real es muy pequeña, y en la práctica se dice entonces que se alcanzó la velocidad límite.

* 450 kilos, se refiere a una fuerza de 450 kilogramos fuerza.

Acerca de la caída antes de abrir el paracaídas:

a) Haga el diagrama de cuerpo libre de una persona que cae en el aire, antes de abrir el paracaídas, en cinco instancias sucesivas ordenadas secuencialmente (A, B, C, D, E):

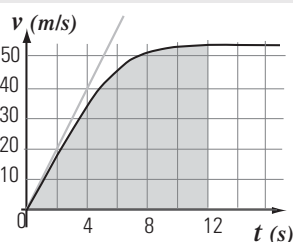
A: En $t = 0$, justo en el momento en que se deja caer

B y C: en dos momentos anteriores a $t = 12$ s

D y E: en dos momentos posteriores a $t = 12$ s

Para toda la secuencia, grafique las fuerzas de manera de poder comparar sus intensidades. Al lado de cada diagrama dibuje el vector aceleración, indicando su módulo en el caso que esté determinado.

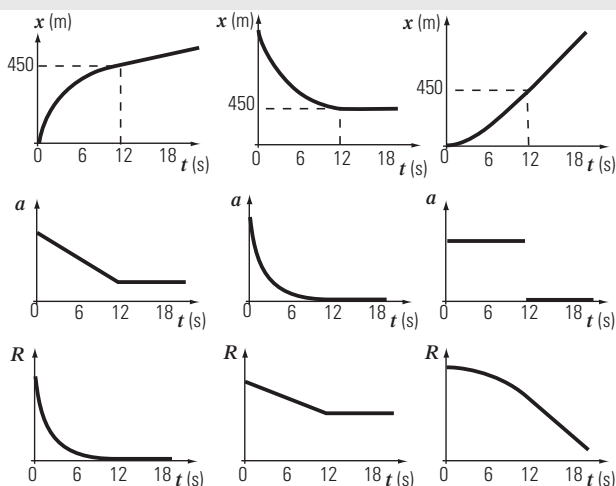
b) Para los gráficos siguientes que describen el movimiento en la etapa en que el paracaidista cae en el aire con el paracaídas aún cerrado el sistema de referencia tiene el origen donde la persona se deja caer y sentido positivo hacia abajo. El primer gráfico adjunto corresponde a la velocidad en función del tiempo.



b1) ¿Qué representa la pendiente de la recta tangente a la gráfica? Indique su valor en dos instantes.

b2) ¿Se mueve en algún intervalo con movimiento rectilíneo y uniforme? ¿Y con movimiento rectilíneo uniformemente variado?

c) En correspondencia con el gráfico de $v(t)$ elija de entre los siguientes gráficos los que se ajustan mejor a la posición, a la aceleración y a la fuerza resultante en función del tiempo en la etapa en que la persona cae en el aire con el paracaídas aún cerrado.



d) ¿Cuánto vale el área sombreada en $v(t)$?
 e) Indique en los gráficos correspondientes los valores iniciales de la aceleración y de la fuerza resultante.

f) Elija el enunciado correcto referido al momento en que la persona, con el paracaídas aún cerrado, desciende con velocidad constante.

- Su energía mecánica permanece constante.
- Su energía potencial disminuye y la mecánica aumenta.
- Su energía potencial disminuye y la mecánica no varía.
- Actúa una fuerza resultante de módulo constante en la dirección vertical y hacia abajo.
- La suma de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre él es cero.
- La suma de los trabajos de las fuerzas no conservativas que actúan sobre él es cero.

g) Para el intervalo entre 0 y 12 segundos, complete los cuadros:

	aumenta	disminuye	no cambia		> 0	< 0	= 0
Energía potencial				Trabajo del peso			
Energía cinética				Trabajo de la resultante			
Energía mecánica				Trabajo de las fuerzas no conservativas			

Acerca de la caída después de abrir el paracaídas:

h) Haga el diagrama de cuerpo libre en el momento de la apertura del paracaídas suponiendo que lo abre cuando ya ha alcanzado la velocidad terminal (sufriendo el "tirón de apertura" indicado en el texto). Estime la masa del paracaidista y calcule su aceleración, exprésela en relación a la gravedad g .

i) Exprese la velocidad de aterrizaje en km/h

j) Exprese la energía cinética del paracaidista en función de su masa en el instante de impacto.

¿Qué energía cinética adquiriría el paracaidista si se dejara caer a partir del reposo desde una altura de 1,8 m (con el paracaídas cerrado despreciando en esta caída el rozamiento con el aire)?

¿Qué variación de energía cinética experimentaría en ambas situaciones durante el impacto?

La fuerza resultante que hace trabajo durante el impacto es la responsable de esta variación de energía cinética, ¿Puede justificar entonces la frase que dice: "la fuerza de impacto contra la tierra es casi igual a la que se experimentaría saltando desde una altura de 1,8 metros."?

k) ¿Cuántas veces mayor es la velocidad de una persona que cae sin paracaídas con la velocidad terminal, respecto a la de otra que cae con paracaídas moviéndose con la velocidad límite?

¿Cuántas veces mayor es la energía cinética de una persona que cae sin paracaídas con la velocidad terminal, respecto a la de otra que cae con paracaídas moviéndose con la velocidad límite de aterrizaje? ¿y la fuerza de impacto?

l) ¿Cómo explica la estrategia de caer con las rodillas flexionadas para amortiguar el golpe?

Prohibida la reproducción total o parcial de este material sin el permiso de la cátedra.

Respuestas

Cinemática

1- a) El gráfico $x(t)$ es una recta con lo cual la velocidad (que es la pendiente de esta recta) es constante. Como el movimiento es rectilíneo de velocidad constante, es un MRU.

El móvil pasa por el origen del sistema de referencia en $t = 0$ min, y avanza en el sentido de las x positivas.

b) La velocidad es la pendiente de esta recta y vale $0,6 \text{ km/min} = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$.

Gráfico de elaboración personal.

c) En $t = 2$ h el móvil se hallará en $x = 72$ km. Suponemos que durante esas dos horas, el móvil continuó con la misma velocidad en el camino recto.

d) En $t = 30$ min estará a 18 km del origen de coordenadas.

2- a) 3.

b) A.

c) B se corresponde con 1. Representan a un móvil que avanza a 40 km/h durante un intervalo de tiempo y luego avanza a 20 km/h durante un intervalo de tiempo igual al anterior. En ambos gráficos se desprecia el tiempo empleado en variar la velocidad.

d) La expresión dada para la v_m es válida para el gráfico B pero no lo es para el gráfico A.

3- 1) a) 2. b) 3. c) 1.

 d) 4. e) 1. f) 1 y 4.

2)

El 5 de $v(t)$ se corresponde con el 4 de $x(t)$.

El 6 de $v(t)$ se corresponde con el 3 de $x(t)$.

El 7 de $v(t)$ se corresponde con el 2 de $x(t)$.

El 8 de $v(t)$ se corresponde con el 1 de $x(t)$.

4- En un sistema de referencia con origen en el punto de partida y sentido positivo en el sentido de movimiento de la ida; en que se prende el cronómetro en el instante en que parte:

a) Gráfico de elaboración personal.

b) $v_{\text{ida}} = 6,25 \text{ m/s}$ y $v_{\text{vuelta}} = -5 \text{ m/s}$.

c) Gráfico de elaboración personal.

d) En $t = 40$ s estará a 250 m de la partida.

En $t = 85$ s estará a 500 m de la partida.

En $t = 125$ s estará a 325 m de la partida.

5- Curva tipo I: se corresponde con la recta.

Curva tipo II: se corresponde con la curva superior (cóncava hacia abajo).

Curva tipo III: se corresponde con la curva inferior (cóncava hacia arriba).

6- a) Sí, ambos parten del mismo punto.

En $t = 0$ s parten del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ vale cero en $t = 0$ s) de $x = 0$ m.

b) Gana Martín. En el instante en el que Martín llega a la meta: $x = 600$ m, Diego está en $x = 550$ m.

c) Ninguno se detiene al llegar a la meta.

d) $v_{m, \text{Martín}} = 600 \text{ m} / 60 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$.

$v_{m, \text{Diego}} = 600 \text{ m} / 70 \text{ s} = 8,57 \text{ m/s}$.

e) Diego alcanza la mayor velocidad: 30 m/s .

f) Gráfico de elaboración personal.

7- Opción correcta: El objeto se desplaza más entre los 3 s y los 4 s que entre los 2 s y los 3 s.

8- Gráficos de elaboración personal.

a) $a = 2,78 \text{ m/s}^2$.

b) Al cabo de 5 segundos, la velocidad es de $13,9 \text{ m/s}$.

c) En un sistema de referencia con origen en el punto de partida, la posición a los 5 segundos es $34,75 \text{ m}$; y la posición a los 10 segundos es 139 m .

En los primeros 5 segundos recorre $\frac{1}{4}$ de lo que recorre en total en los 10 s (Observar esta relación analizando áreas bajo la curva del gráfico $v(t)$).

En los primeros 5 segundos recorre $34,75 \text{ m}$ y en los siguientes 5 segundos recorre $104,25 \text{ m}$ ($139 \text{ m} - 34,75 \text{ m}$).

9- De elaboración personal.

10.1- a) 1, 2, 3, 10, y 11.

b) 4, 5, 6 y 12.

c) 8.

d) 7.

e) 2 y 4.

f) 1 y 6.

g) 7, 8 y 11.

h) 10 y 12.

i) 1, 2, 3, 10 y 11.

j) 4, 5, 6 y 12.

k) 7, 8, y 9.

l) 3 y 5.

10. 2-

1, 2, 3, 10 y 11 tienen igual velocidad media.

4, 5, 6 y 12 tienen igual velocidad media.

7, 8 y 9 tienen igual velocidad media.

10. 3- Gráficos de elaboración personal.

10. 4-

(1-14), (2-13), (3-15), (4-16), (5-18), (6-17), (7-23), (8-22), (9-24), (10-20), (11-19), (12-21).

11- Gráficos de elaboración personal.

b) En un sistema de referencia con sentido positivo en el sentido de movimiento:

1º tramo: $v_m = 10 \text{ m/s}$.

2º tramo: $v_m = 20 \text{ m/s}$.

Recorrido total: $v_m = 13,3 \text{ m/s}$.

12- Opción correcta: Los móviles se encuentran a los 8 segundos.

13- El gráfico de velocidad correcto es el dos. El gráfico de aceleración correcto es el 5.

- 14- a) La velocidad a los 5 s es de 4 m/s.
 c) La posición a los 5 s es 14 m.
 d) No invierte el sentido de movimiento.

15- a) El gráfico $x(t)$ es una curva porque el móvil cambia su velocidad y por lo tanto hay aceleración. La velocidad es la pendiente de la recta tangente de este gráfico y el signo de la aceleración está dado por la concavidad de esta curva.

- b) En $t = 2$ s el ascensor está en $x = 3$ m.
 c) Ascendió para $0 < t < 4$ s.

Como el sistema de referencia se ha tomado positivo hacia arriba, el ascensor asciende cuando la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es positiva.

Mientras ascendió su velocidad fue variando.

En $t = 0$ s partió del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es igual a cero). Aumentó su rapidez (aumentó la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta los 2 s. Luego continuó subiendo durante 0,5 s con velocidad constante (el gráfico $x(t)$ es una recta en ese intervalo). Entre $t = 2,5$ s y $t = 4$ s disminuyó su rapidez (disminuyó la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta detenerse en $t = 4$ s (en este instante la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

d) El ascensor desciende cuando la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es negativa (porque el sistema de referencia se tomó positivo hacia arriba), o sea para $10 < t < 14$ s.

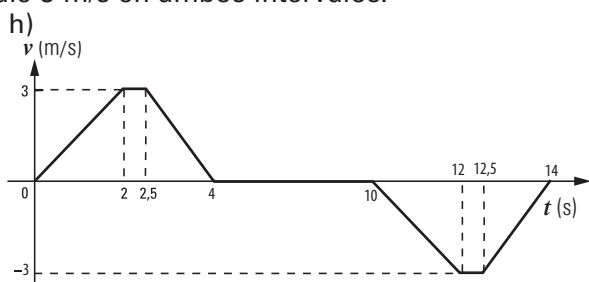
En $t = 10$ s partió del reposo (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es igual a cero). Aumentó su rapidez (aumentó el módulo de la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta los 12 s. Luego continuó bajando durante 0,5 s con velocidad constante (el gráfico $x(t)$ es una recta en ese intervalo). Entre $t = 12,5$ s y $t = 14$ s disminuyó su rapidez (disminuyó el módulo de la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$) hasta detenerse en $t = 14$ s (en este instante la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

e) Estuvo detenido entre $t = 4$ s y $t = 10$ s (la pendiente de la recta tangente al gráfico $x(t)$ es nula).

f) Su velocidad fue constante para $2 \text{ s} \leq t \leq 2,5$ s y para $12 \text{ s} \leq t \leq 12,5$ s.

(Para $4 \text{ s} \leq t \leq 10$ s, su velocidad fue constante e igual a cero).

g) La máxima rapidez la alcanza en el intervalo $2 \text{ s} \leq t \leq 2,5$ s y en el intervalo $12 \text{ s} \leq t \leq 12,5$ s. Vale 3 m/s en ambos intervalos.



i) Para $0 < t < 4$ s la velocidad es positiva y para $10 < t < 14$ s la velocidad es negativa.

El sistema de referencia elegido es positivo para arriba, entonces la velocidad es positiva cuando el ascensor asciende y la velocidad es negativa cuando el ascensor desciende.

j) El área bajo la curva del gráfico $v(t)$ es el desplazamiento en el intervalo de tiempo considerado.

A los 11 s el ascensor está en $x = 6$ m.

k) Gráfico de elaboración personal.

l) La aceleración es positiva para $0 \text{ s} \leq t < 2$ s y para $12,5 \text{ s} \leq t < 14$ s.

La aceleración es negativa para $2,5 \text{ s} \leq t < 4$ s y para $10 \text{ s} \leq t < 12$ s.

m) Para saber el signo de la aceleración hay que mirar la concavidad de la curva del gráfico $x(t)$, o el signo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $v(t)$.

n) El ascensor aumenta su rapidez cuando aumenta el módulo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $x(t)$. Esto sucede para $0 \text{ s} \leq t < 2$ s y para $10 \text{ s} \leq t < 12$ s.

El ascensor disminuye su rapidez cuando disminuye el módulo de la pendiente de la recta tangente en el gráfico $x(t)$. Esto sucede para $2,5 \text{ s} \leq t < 4$ s y para $12,5 \text{ s} \leq t < 14$ s.

Otra forma de analizar si aumenta o disminuye la rapidez es observando el signo de la velocidad y la aceleración. Si ambas tienen el mismo signo, aumenta la rapidez. Si tienen signo contrario, disminuye la rapidez. Y otra forma de verlo también es observando el gráfico $v(t)$.

ñ) El área bajo la curva del gráfico $a(t)$ es la variación de la velocidad en el intervalo de tiempo considerado.

La velocidad en $t = 3$ s vale 1 m/s.

16. 1- Opción correcta: 6 m y 4 s.

16. 2- Si bien las formas de las curvas podrían ajustar a un tiro vertical, la pendiente de $v(t)$ no corresponde a la aceleración de la gravedad.

17- Son verdaderas: b,c,d,f.

18- a) y b) Gráfico de elaboración personal.

c) La altura máxima es de 45 m.

d) La velocidad con que llega al piso es de -30 m/s (en un sistema de referencia positivo hacia arriba).

19- a) La velocidad luego de 2 s es de -20 m/s (en un SR positivo hacia arriba).

b) Gráfico de elaboración personal.

c) Luego de 2 s está a 25 m del piso.

20- a) Falso. Justamente cuando se desprecia el rozamiento con el aire es que un proyectil se mueve con la aceleración de la gravedad.

b) Falso. Es cierto que primero el movimiento es desacelerado y luego acelerado. Pero lo que cambia de signo (de sentido) es la velocidad. La aceleración de la gravedad apunta hacia el centro de la Tierra siempre.

c) Verdadero. Si en el tubo se ha hecho vacío, ambos caen con la misma aceleración, la de la gravedad, con lo cual caen juntos.

d) Verdadero. Por ejemplo cuando un auto parte del reposo (su velocidad inicial vale cero), pero su aceleración es distinta de cero (esta aceleración hace que cambie la velocidad y deje de ser cero como era inicialmente). Otro ejemplo podría ser en la altura máxima de un tiro vertical, donde la velocidad vale cero y la aceleración es la de la gravedad.

e) Falso. Observando el área bajo la curva $v(t)$ se ve que en la mitad del tiempo que le lleva al proyectil en subir, el área es mayor que la mitad de la altura máxima.

f) Verdadero. Observando el área bajo la curva $a(t)$ se ve que la variación de velocidad es la misma entre el instante de lanzamiento y la mitad del tiempo que le lleva alcanzar la altura máxima; y entre ese instante y el instante de la altura máxima.

g) Falso. Son vectores opuestos. La rapidez (el módulo de la velocidad) es la misma, pero los vectores tienen sentido contrario (en el instante de lanzamiento la velocidad es un vector que apunta hacia arriba y en el instante en que llega al piso la velocidad es un vector que apunta hacia abajo).

21- a) Gráfico de elaboración personal.

b) El proyectil B tarda el doble de tiempo que el A en alcanzar su altura máxima.

La altura máxima que alcanza el proyectil B es cuatro veces mayor que la altura máxima que alcanza el A.

c) Gráfico de elaboración personal.

22- a) En el gráfico de estatura en función de la edad, se observa que ésta aumenta hasta los 16 años en las mujeres y en los varones hasta los 18 años, luego de lo cual se estabiliza y se mantiene en un valor constante. Podemos decir que la estatura en función de la edad es creciente desde el nacimiento hasta el fin de la pubertad.

La velocidad de crecimiento, desde el nacimiento hasta el fin de la pubertad es siempre positiva porque la estatura es creciente, pero su intensidad va variando a lo largo de los años.

En el gráfico de estatura en función de la edad, lo podemos observar analizando la pendiente de la recta tangente. Vemos que en ambos sexos la velocidad de crecimiento luego del nacimiento disminuye rápidamente hasta los dos años. En la etapa preescolar y escolar temprana la velocidad de crecimiento continúa disminuyendo pero en forma mucho más lenta. En la etapa de la pubertad se observa un aumento de la velocidad de crecimiento. Reconocemos en el gráfico esta etapa, que en las mujeres se da alrededor de los 12 años y en los varones a los 14 años, por el aumento de la pendiente de la recta tangente.

Luego de esta etapa vuelve a disminuir la velocidad de crecimiento hasta el fin de la pubertad en que se estabiliza la estatura y la velocidad de crecimiento se hace cero porque la pendiente de la recta tangente se hace cero.

Este análisis que hicimos de la pendiente de la recta tangente en el gráfico de estatura en función de la edad se ve plasmado en el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad. Esta velocidad es siempre positiva hasta que finaliza la pubertad. Va disminuyendo con distinto ritmo hasta la etapa escolar temprana, crece en la pubertad (antes en las mujeres que en los varones) y luego vuelve a disminuir hasta anularse al finalizar esta etapa.

Observemos nuevamente el gráfico de estatura en función de la edad y prestamos atención a la concavidad. Vemos que cuando disminuye la pendiente de la recta tangente (manteniéndose positiva), la curva es cóncava hacia abajo (la aceleración de crecimiento es negativa) y por eso hay una desaceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es decreciente).

En la etapa que corresponde al inicio de la pubertad, la curva se hace cóncava hacia arriba (aceleración de crecimiento positiva) y velocidad de crecimiento positiva (pendiente de la recta tangente positiva) con lo cual hay una aceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es creciente).

En la última etapa de la pubertad la curva vuelve a ser cóncava hacia abajo y nuevamente hay una desaceleración en el crecimiento (el gráfico de velocidad de crecimiento en función de la edad es decreciente).

b) Al comparar el crecimiento de los varones y las niñas, vemos que es similar hasta la edad de inicio de la pubertad y que las niñas alcanzan esta etapa antes que los varones. Las mujeres finalizan su crecimiento antes que los varones y ellos continúan creciendo durante dos años más, alcanzando mayor estatura que ellas.

c) El área bajo la curva de velocidad de crecimiento en función de la edad representa la variación de la estatura en el intervalo de tiempo considerado.

Comparando esta área para los varones y las niñas vemos que a los 13 años las mujeres son más altas que los varones de su misma edad. Pero al llegar a la adultez los varones son más altos que las mujeres.

d) De elaboración personal completar los gráficos. Luego de los 40 años, cuando la estatura disminuye, la velocidad de crecimiento es negativa (porque la estatura es una función decreciente con lo cual la pendiente de la recta tangente es negativa).

Dinámica

23- a) A los dos años, la velocidad de crecimiento del cerebro y del tejido linfático es mayor que la velocidad de crecimiento general del cuerpo.

b) Entre los 13 y los 20 años la velocidad de crecimiento de los órganos reproductores es mayor que la general del cuerpo.

c) A los 11,5 años el tejido linfático invierte su sentido de crecimiento. Antes de los 11,5 años el tejido linfático crece, la pendiente de la recta tangente a esta curva es positiva, con lo cual la velocidad de crecimiento de este tejido es positivo. Después de los 11,5 años el tejido linfático decrece, la pendiente de la recta tangente a esta curva es negativa, con lo cual la velocidad de crecimiento de este tejido es negativo.

d) El cerebro mantiene el mismo sentido de aceleración de crecimiento hasta alcanzar la edad de 11 años. Lo observamos en el gráfico mirando la concavidad de la curva. En el caso del cerebro, hasta esa edad, la curva siempre es cóncava hacia abajo. El cerebro crece (la pendiente de la recta tangente es positiva) pero su velocidad de crecimiento es cada vez menor hasta alcanzar la edad de 11 años en que se detiene su crecimiento.

e) Gráfico de elaboración personal.

24.1- a) Para analizar si el crecimiento es rápido o lento, hay que observar la pendiente de la recta tangente al gráfico de número de individuos en función del tiempo.

Primer punto: desde el comienzo hasta 1.

Segundo punto: desde 1 hasta 2.

Tercer punto: desde 3 hasta 5.

Cuarto punto: Después de 5.

b) Gráfico de elaboración personal.

El área bajo la curva de este gráfico representa la variación de la cantidad de individuos en el intervalo de tiempo considerado.

c) Los gráficos son semejantes a los del ejercicio 15 en el intervalo (0 s, 10 s) d) A medida que aumenta la cantidad de individuos, disminuye la cantidad de recursos disponibles. La tasa de crecimiento de individuos tiene signo positivo (la pendiente de la recta tangente del número de individuos es positiva) y la tasa de la cantidad de recursos disponibles tiene signo negativo (la pendiente de la recta tangente de la cantidad de recursos es negativa).

24.2- a) Aurelia.

b) Cuando son cultivados juntos, en un primer momento la tasa de crecimiento de Caudatum es mayor que la de Aurelia, pero al llegar a los 6 días Caudatum comienza a disminuir su población hasta hacerse muy pequeña en el día 15. Al disminuir la población de Caudatum, disminuye la competencia por el alimento y Aurelia continúa su crecimiento y logra alcanzar una población igual a la que hubiera adquirido si hubiera sido cultivado separadamente.

c) Gráfico de elaboración personal

25- La resultante sobre cada uno de ellos es nula.

26- 2000 N.

27- Opción correcta: La fuerza resultante sobre el cuerpo cambia de sentido en $t = 4$ min.

28- Caso superior: a) La fuerza resultante es de 25 kgf y apunta hacia abajo.

b) La aceleración es de 16,67 m/s² y apunta hacia abajo.

Caso inferior: a) La fuerza resultante es de 5 kgf y apunta hacia abajo.

b) La aceleración es de 3,33 m/s² y apunta hacia abajo.

29- a) Sobre la pelota actúan el peso que le hace la Tierra y la fuerza vertical hacia arriba que le hace la mano. Como la pelota está en equilibrio ambas fuerzas tienen igual intensidad. Los respectivos pares de interacción, con igual intensidad y dirección, pero sentido contrario, están aplicados en la Tierra y en la mano.

b) Mientras la pelota sube en contacto con la mano, sobre ella actúa el peso que le hace la Tierra con igual intensidad que en el ítem a) y la fuerza que le hace la mano. Si la pelota se acelera para arriba, la intensidad de la fuerza que hace la mano es mayor que el peso. Sus respectivos pares de interacción están aplicados en la Tierra y en la mano.

c) Cuando la pelota está en el aire, si puede desprejarse el rozamiento con el aire, sobre ella solo actúa el peso y la aceleración que adquiere es la de la gravedad.

30- Opción correcta: Una bolsa de papas que pese 50 kgf en la Tierra, tendrá una masa de 50 kg en todas partes.

31- Opción correcta: Se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado siendo su aceleración 0,5 m/s².

32- La masa del paquete es de 2,25 kg.

33- a) F b) V c) V d) V
e) F f) F g) F h) F

34- a) La tensión del cable es de 9600 N.

b) y c) Si se corta el cable, la única fuerza que actúa es el peso y la aceleración es la de la gravedad (despreciamos el rozamiento con el aire). Si estaba subiendo, continuará subiendo cada vez más despacio hasta detenerse y luego caerá cada vez más rápido.

35- a) 800 N b) 800 N c) 960 N
d) 640 N e) 640 N f) 960 N g) 0 N

36- Ascendiendo y frenando con una aceleración de $g/5$.

37- A) Observando el gráfico $y_{CM}(t)$:

1. Para $t \leq t_a$ la pendiente de la recta tangente del gráfico $y_{CM}(t)$ es igual a cero, con lo cual la velocidad del CM es nula. Un instante justo después de t_a la pendiente de la recta tangente deja de ser cero.

2. En t_c y en t_f .

3. El CM desciende para $t_a < t < t_c$ y para $t_f < t < t_g$. En estos intervalos, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es negativa; lo que significa que se mueve en sentido contrario al sistema de referencia elegido. Como el sistema de referencia es positivo hacia arriba, entonces, en esos intervalos desciende.

4. El CM asciende para $t_c < t < t_f$. En este intervalo, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es positiva, o sea que se mueve en el mismo sentido que el sentido positivo elegido en el sistema de referencia.

5. En t_d sube con la máxima rapidez, porque en ese instante, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es positiva y de módulo máximo.

6. Antes del despegue, en t_b baja con la máxima rapidez, porque en ese instante, la pendiente de la recta tangente al gráfico $y_{CM}(t)$ es negativa pero de módulo máximo (en el descenso antes del despegue).

B) Observando el gráfico $v(t)$:

1. Tiene velocidad nula para $t \leq 0,8$ s, en $t = 1,4$ s y en $t = 1,85$ s. Entonces, $t_a = 0,8$ s, $t_c = 1,4$ s y $t_f = 1,85$ s.

2. Desciende cuando la velocidad es negativa, o sea para $0,8$ s $< t < 1,4$ s y para $1,85$ s $< t < 2$ s.

3. Asciende cuando la velocidad es positiva, o sea para $1,4$ s $< t < 1,85$ s.

4. La aceleración del CM es nula cuando la pendiente de la recta tangente del gráfico $v(t)$ es nula: entre 0,2 s y 0,8 s, entre 1,1 s y 1,3 s y en 1,65 s, aproximadamente. Se observa que los instantes en los que cambia la concavidad de la curva del gráfico $y_{CM}(t)$ son: $t_b = 1,25$ s y $t_d = 1,62$ s.

6. Para $0,8$ s $< t < 1,25$ s ($t_a < t < t_b$) la aceleración es negativa (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es negativa y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia abajo).

Para $1,25$ s $< t < 1,62$ s ($t_b < t < t_d$) la aceleración es positiva (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es positiva y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia arriba).

Para $1,62$ s $< t < 2$ s ($t_d < t < t_g$) la aceleración es negativa (la pendiente de la recta tangente al gráfico $v_{CM}(t)$ es negativa y el gráfico $y_{CM}(t)$ es cóncavo hacia abajo).

7. La altura máxima que alcanza respecto a la altura que tienen en el instante de despegue (t_e) es de 20 cm = $(1,85$ s - $1,65$ s) 2 m/s / 2 .

C) Causas del movimiento:

1. Cuando está en contacto con el piso actúan el peso y la fuerza de contacto. Cuando está en el aire solo actúa el peso. Se desprecia el rozamiento con el aire.

El par de interacción del peso está en la Tierra y

el par de interacción de la fuerza de contacto está en el piso.

2. Para $t < 0,8$ s ($t < t_a$), la aceleración es nula, entonces $F_c = P$.

Para $0,8$ s $\leq t < 1,25$ s ($t_a \leq t < t_b$) la aceleración es negativa, entonces $F_c < P$.

En $t = 1,25$ s (t_b), la aceleración es nula, entonces $F_c = P$.

Para $1,25$ s $< t < 1,62$ s ($t_b < t < t_d$) la aceleración es positiva, entonces $F_c > P$

En $t = 1,62$ s (t_d), la aceleración es nula, entonces $F_c = P$.

Para $1,62$ s $< t < 1,65$ s ($t_d < t < t_e$) la aceleración es negativa, entonces $F_c < P$.

Para $1,65$ s $< t < 2$ s ($t_e < t < t_g$) la aceleración es negativa, está en vuelo, $F_c = 0$, solo actúa el peso.

3. De elaboración personal.

4. Gráfico de elaboración personal.

Para $t < 0,8$ s ($t < t_a$), la aceleración es nula (la pendiente de la recta tangente del gráfico $v_{CM}(t)$ es nula), entonces $F_c = P$.

Para $1,65$ s $< t < 2$ s ($t_e < t < t_g$), está en el aire $F_c = 0$, solo actúa el peso, entonces la aceleración es la de la gravedad. Calculando la pendiente de la recta en el gráfico $v_{CM}(t)$ en ese intervalo obtenemos una aceleración de -10 m/s².

$$a = (-1,5 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) / (2 \text{ s} - 1,65 \text{ s}) = -10 \text{ m/s}^2.$$

5. $-0,5$ m/s² y está aumentando su rapidez.

6. La F_c es máxima en la subida un poco antes de t_d y vale $F_c = 1800$ N y la aceleración del CM en ese instante vale 14 m/s².

En t_c , cuando la posición es la más baja, $F_c = 1200$ N y la aceleración del CM en ese instante vale 6 m/s².

7. En t_f , la velocidad es nula, la aceleración es la de la gravedad y la fuerza resultante es el peso.

38- La nueva aceleración del carro es de $4,5$ m/s².

39- a) La aceleración media tiene la dirección y sentido de la fuerza resultante media, y su módulo es de 125 m/s².

b) $62,5$ m/s

c) Solo se modifica b).

40- a) La resultante vale cero.

b) La fuerza ascensional es igual al peso (25.000 N).

41- El libro se mueve con movimiento rectilíneo uniformemente variado aumentando su velocidad a razón de 4 m/s en cada segundo.

42- La fuerza de rozamiento es paralela a la superficie de contacto, tiene igual módulo que la fuerza y sentido contrario.

43- a) Cualquier intensidad distinta de cero.

b) 2000 N c) 10.000 N

d) MRU

e) Gráficos de elaboración personal.

f) 3000 N; 10.000 N; MRUV desacelerado.

Trabajo y energía

44- a) 8000 J b) - 600 J
c) 0 J d) 6928,2 J

45- a) F_3 . Aumenta 120 J. b) F_7 . Pierde 120 J.
c) F_1 y F_5 . d) Gana. e) 5,39 m/s.

46- a) 1) -2280 J 2) -2400 J 3) -2520 J
b) 1) 120 J 2) 0 J 3) -120 J

47- a) DCL de elaboración personal. Sobre el auto actúan su peso (su par de interacción está en la Tierra), la reacción normal del piso y la fuerza de rozamiento (los pares de interacción de estas fuerzas están en el piso).

b) La intensidad de la fuerza supuesta constante que actúa en el frenado es de 4000 N.

48- En (0 s, 3 s), $L_R = 360$ J.
En (3 s, 8 s), $L_R = 0$ J.
En (8 s, 11 s), $L_R = -360$ J.
En (11 s, 13 s), $L_R = 160$ J.
En (0 s, 13 s), $L_R = 160$ J.

49- Opción correcta: 200 m.

50- a) 18000 J
b) 24148 J
c) -6148 J

51- 1) Opción correcta: en $x = 10$ m.
2) Gráfico de elaboración personal.

52- a) 0,5 J en el primer metro, 1 J en el segundo metro y 4 J en los primeros cinco metros.
b) Máximo valor en $x = 5$ m.
Mínimo valor en $x = 0$ m y en $x = 10$ m.
c) En $x = 2,9$ m y $x = 7,1$ m.

53- Opción correcta: el segundo gráfico

54- a) 10 m/s.
b) Si se lanza oblicuamente, debe lanzarse con una velocidad mayor que la calculada en a) para que alcance una altura máxima de 5 m. En la altura máxima de un tiro oblicuo, además de la energía potencial gravitatoria (que es igual que en el ítem a)), tendrá energía cinética (ya que en la altura máxima la velocidad es horizontal); por eso es que en este caso la energía mecánica es mayor que en el ítem anterior.
c) Gráficos de elaboración personal.

55- a) 30,41 m/s.
b) 46,25 m.

56- Alcanzó mayor altura el cuerpo b.

57- Opción correcta: 75 % y 25 %.

58- Llega hasta un punto ubicado entre C y D y regresa a A.

59- a) La energía mecánica inicial del esquiador es de 25440 J (el nivel 0 para medir la energía potencial gravitatoria se tomó en la base de la colina). Solo actúan el peso y la normal. La fuerza peso es conservativa y la normal es no conservativa pero no hace trabajo porque es perpendicular a la velocidad. La energía mecánica es constante porque no actúan fuerzas no conservativas que hagan trabajo.

b) 25,2 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 $L_F = 10560$ J.

d) Ejercer sobre el piso una fuerza hacia delante de modo que el piso ejerza sobre él una fuerza hacia atrás tal que $L_F = -16440$ J.

60- a) Sobre la persona actúan el peso, el rozamiento y la normal. Hacen trabajo el peso y el rozamiento.

b) -400 J.

c) Sí. Por ejemplo empujando el piso hacia atrás para que el piso lo empuje hacia adelante.

61- 1. La suma de los trabajos de todas las fuerzas que actúan sobre él es cero.

2. Gráficos de elaboración personal.

62- a) El módulo de la velocidad inicial es 5 m/s, y la altura máxima alcanzada es $H = 1$ m.

b) El módulo de la fuerza de rozamiento es 10 N.

63- Opción correcta: 60 %.

64- La energía mecánica que gana el cajón depende de su peso y de los 5 m de altura.

65- a) 2400 N. b) 24000 W.

66- a) Sobre la barra actúan el peso y la fuerza que le hace el hombre. Ambas hacen trabajo.

b) La barra ganó 3000 J que le entregó el hombre.
c) 300 W

d) El hombre pierde 2500 J con una potencia media de 250 W.

e) Hay disminución de la energía interna del hombre y calor transferido al ambiente.

f) Cambian las respuestas referidas a la potencia media.

67- a) 500 W = 0,67 HP.

b) 50 W = 0,067 HP.

c) 41,67 W = 0,056 HP.

68- \$ 252.

69- 30,16 HP.

70- Los trabajos son iguales en los tres casos, pero las potencias son diferentes.

71- a) 4.000 J b) 5 s c) 6 m/s

Ejercicios integradores

1- El ascensor.

- a) Gráficos de elaboración personal.
- b) 3 m.
- c) En el primer segundo se desplazó ¼ de lo realizado en los dos primeros segundos (esta relación se deduce analizando el área bajo la curva del gráfico $v(t)$). En el 1º segundo su velocidad está entre 0 m/s y 1,5 m/s. En el 2º segundo su velocidad está entre 1,5 m/s y 3 m/s. Como el rango de velocidades es mayor durante el 2º segundo, se desplaza más en ese lapso.

$$\Delta x^{0 \rightarrow 2s} = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$\Delta x^{0 \rightarrow 1s} = \frac{\frac{b \cdot h}{2}}{2} = \frac{b \cdot h}{4} = \frac{1}{4} \Delta x^{0 \rightarrow 2s}$$

- d) Durante todo el viaje sobre el ascensor actúan el peso y la tensión del cable.
 - Para $0 \leq t < 2$ s la tensión tiene mayor intensidad que el peso.
 - Para $2 \leq t < 2,5$ s la tensión tiene igual intensidad que el peso.
 - Para $2,5 \leq t < 4$ s la tensión tiene menor intensidad que el peso.
- e) 40,21 HP.
- f)

1 $0 \leq t < 2s$	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética	x		
Energía mecánica	x		

2 $2s \leq t < 2,5s$	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética			x
Energía mecánica	x		

3 $2,5s \leq t < 4s$	aumenta	disminuye	no cambia
Energía potencial	x		
Energía cinética		x	
Energía mecánica	x		

- g) 34500 J.
- h) 1) -67500 J. 2) 67500 J. 3) 0 J.

2- El paracaidista.

Acerca de la caída antes de abrir el paracaídas:

- a) DCL de elaboración personal.
- En toda la caída actúa la fuerza peso.
- En $t = 0$ s, la velocidad es nula y por eso no hay rozamiento con el aire. Solo actúa la fuerza peso y por eso la aceleración es la de la gravedad.
- Para $0 < t < 12$ s, hay velocidad, y por eso hay rozamiento con el aire. A medida que aumenta la intensidad de la velocidad, también aumenta la intensidad de la fuerza de rozamiento con el aire. La aceleración que en $t = 0$ s era la de la gravedad, va disminuyendo.
- Para $12 \leq t$ la intensidad de la fuerza de rozamiento con el aire iguala a la intensidad del peso, con lo cual se anula la aceleración.

- b1) La pendiente de la recta tangente al gráfico $v(t)$ representa la aceleración.
- En $t = 0$ s la aceleración vale 10 m/s² (la de la gravedad). Para $12 \leq t$, la aceleración vale cero.
- b2) Para $12 \leq t$, se mueve con MRU. En ningún momento se mueve con MRUV, ya que la fuerza de rozamiento con el aire varía con la velocidad, con lo cual, sumada al peso, da por resultante una fuerza variable que produce una aceleración variable.
- c) Gráfico de $x(t)$ el 3º.
Gráfico $a(t)$ el 2º.
Gráfico $R(t)$ el 1º.
- d) 450 m.
- e) $a(0 \text{ s}) = 10 \text{ m/s}^2$ y $R(0 \text{ s}) = \text{Peso}$
- f) La suma de los trabajos de las fuerzas que actúan sobre él es cero.
- g)

	aumenta	disminuye	no cambia	> 0	< 0	= 0
Energía potencial		x			x	
Energía cinética	x				x	
Energía mecánica		x			x	

Acerca de la caída después de abrir el paracaídas:

- h) Cuando abre el paracaídas actúan el peso y el rozamiento con el aire (que debido al paracaídas es mucho mayor que sin él).
- Como en el momento de abrir el paracaídas bajaba con la velocidad terminal y la resultante era nula, a las fuerzas que actuaban (que sumaban cero), se agrega ésta nueva del tirón debido al aumento de rozamiento debido al paracaídas. Supongo la masa del paracaidista de 80 kg, entonces,
- 4500 N/80 kg = $a = 56 \text{ m/s}^2 = 5,6 \text{ g}$ hacia arriba (contrario a la velocidad, por eso desacelera)
- i) 6 m/s = 21,6 km/h.
- j) En el instante de impacto, $E_c = m \text{ 18 J/kg}$. Es la misma energía que adquiriría si cayera a partir del reposo desde una altura de 1,8 m (despreciando el rozamiento con el aire).

- Luego del impacto su energía cinética se anula, así que la variación de energía cinética en ambas situaciones es $-m \text{ 18 J/kg}$. Debido a esto, la fuerza de impacto en ambas situaciones es similar.
- k) La velocidad terminal es 9 veces mayor que la velocidad de aterrizaje.
- La energía cinética terminal es 81 veces mayor que la energía cinética de aterrizaje.
- La fuerza de impacto a la velocidad terminal sería 81 veces mayor que a la velocidad de aterrizaje.
- l) Flexionar las piernas le permite seguir descendiendo una vez que ha tocado el piso con los pies y que la fuerza de impacto pueda ser menor porque actúa a lo largo de una distancia mayor.