

**Tema 5º****EL MOVIMIENTO DE LAS COSAS**

OBJETIVOS DEL TEMA:

- Conoceremos en primer lugar algunos términos característicos del movimiento y realizaremos una clasificación de los diversos tipos de movimientos.
- A continuación veremos diferentes formas de indicar los movimientos de los cuerpos.
- Estudiaremos los movimientos que se realizan con velocidad constante, y realizaremos ejercicios sobre ellos.
- Por último estudiaremos los movimientos uniformemente acelerados, realizando ejercicios. Prestaremos atención a la caída libre de cuerpos.

**1. Nociones básicas sobre el movimiento: trayectoria, sistema de referencia, tipos de movimientos.**

Hay movimientos que se producen siempre a la misma velocidad y otros que la cambian; unos van en línea recta y otros no. Hay movimientos para todos los gustos y la ciencia pretende poder estudiarlos todos utilizando las mismas MAGNITUDES FÍSICAS para todos los casos.

**A.1** ¿Generalmente podemos deducir, a partir de una fotografía, si un objeto se mueve?

**CONOCER EL MOVIMIENTO** de un objeto es poder decir en cada instante donde se encuentra (la **POSICIÓN** respecto a un sistema de referencia) y saber con qué velocidad y hacia dónde se está moviendo.

**A.2** a) ¿Cómo indicarías por teléfono a un taller mecánico, la posición donde se ha averiado el coche en una carretera nacional?

b) ¿Cómo indicarías a un jugador de ajedrez que se encuentra en otra ciudad, la jugada que has realizado?

c) ¿Cómo indicarías, con exactitud, la posición en la que se encuentra una bombilla de una lámpara colgada del techo de una habitación?

**A.3** ¿Es posible que un mismo objeto esté a la vez en movimiento y en reposo, para dos observadores distintos? Pon algún ejemplo.

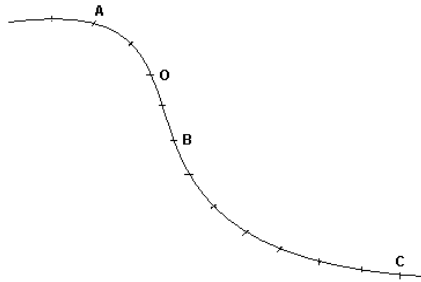
Hay diferentes tipos de movimientos: el de los coches y motos que circulan por las carreteras o las calles, o el de los trenes, donde está previsto el carril por donde circulará el tren; aunque esto no es siempre así: las personas al movernos de un lugar a otro, los aviones, o los barcos o un patinador en una pista de hielo, no tienen carril definido.

**Llamamos TRAYECTORIA** de un movimiento, a la línea que describe el objeto al moverse.

Este año solo estudiaremos los movimientos de la forma más natural y sencilla de estudiarlos y es midiendo las posiciones del objeto que se mueve sobre la trayectoria.

**Formas de indicar el movimiento de un objeto**

**A.4** Imaginemos la carretera de la figura de la página siguiente, donde cada tramo equivale a una distancia de 1km, e imaginemos que se ha tomado como **ORIGEN** para medir las distancias, el punto O.



- a) ¿Cuáles serán las posiciones de los puntos A, B y C?
- b) En el instante inicial el objeto se encuentra en A, y cuando ha pasado 1 hora ha llegado al punto B. 1) ¿Cuál es la posición del objeto al cabo de 1 hora?  
2) ¿Qué espacio o distancia ha recorrido en esa hora?
- c) Al cabo de otra hora (2 horas después de iniciarse el movimiento), el objeto se encuentra en C. 1) ¿Cuál es la posición del objeto al cabo de 2 horas?  
2) ¿Cuál es el espacio recorrido en la segunda hora?
- d) ¿Hubiera tenido alguna ventaja tomar como origen de posiciones el punto A?

**DESPLAZAMIENTO** es el espacio que se deslaza, diferencia entre dos posiciones medido en línea recta.

**DISTANCIA** es el espacio que ha recorrido, diferencia entre dos posiciones, medido sobre la trayectoria

- A.5** ¿En qué caso el desplazamiento y la distancia coinciden?
- A.6** Una persona recorre 10m en línea recta y luego retrocede, también en línea recta, hasta el punto de partida. ¿Cuánto se ha desplazado? ¿Qué distancia ha recorrido?
- A.7** El Metro y un automóvil parten de Torrent con destino Valencia. Contesta razonadamente:
- a) ¿Seguirán la misma trayectoria?
- b) ¿Realizan el mismo desplazamiento?
- c) ¿Recorrerán la misma distancia? Sol: a) No, b) Sí, c) No

*La VELOCIDAD “v”, que lleva un móvil nos indica el espacio que recorre en cada unidad de tiempo (en 1 segundo, 1 minuto o 1 hora). Nos indica lo rápido con se deslaza. Son unidades de velocidad: km/h; m/s; m/min; cm/s;.. De todas ellas la más importante es el m/s, ya que es la unidad de velocidad en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) La velocidad se calcula dividiendo el espacio que se recorre por el tiempo que se ha tardado en recorrerlo.  $v = (s_F - s_o) / \Delta t$ . O bien  $v = \Delta s / \Delta t$ .*

*Si el intervalo de tiempo transcurrido es grande, la velocidad que se obtiene es la velocidad media. En cambio, la velocidad calculada se llama instantánea si el tiempo transcurrido es tan pequeño, que se puede considerar que es la velocidad que tiene el cuerpo en un instante determinado.*

- A.8** Diferencia los conceptos de velocidad media y velocidad instantánea.
- A.9** Al acabar una carrera ciclista, el comentarista dice: “hoy se ha corrido a buen ritmo, se ha obtenido una velocidad media de 42 km/h” ¿Quiere decir que se ha estado corriendo toda la carrera a esa velocidad? ¿Cómo se calcula la velocidad media de una etapa?

**A.10** Un galgo recorre 3800 m en un tiempo de 1 min. 16 s. ¿Cuál ha sido su velocidad media? (Sol. 50 m/s)

**A.11** Pasa a m/s la velocidad de 900 km/h. Sol: 250 m/s

**A.12** a) Ordena de menor a mayor las siguientes velocidades: 340 m/s; 22 km/min; 1200 km/h Sol: 1200 km/h; 340 m/s; 22 km/min

b) Un tren a 180 km/h, va a una velocidad de: 90 m/s; 50 m/s; 18 m/s; 9 km/s. Sol: 50 m/s

## 2. El movimiento rectilíneo uniforme.

De la definición de velocidad:  $v = (s - s_0) / \Delta t$  si despejamos la posición final resulta:

$$\text{Para un M.R.U. la ecuación del movimiento es: } s = s_0 + v (t - t_0)$$

**A.13** Las tablas de valores siguientes corresponden a los movimientos de dos personas:

a) ¿Qué crees que significan los números de las dos filas?

b) Dibuja sobre unos mismos ejes coordenados, dos gráficas en que se representen en el eje horizontal o ABCISAS el tiempo en segundos, y en el vertical o ORDENADAS, las posiciones  $s_1$  (en metros) y  $s_2$  (en metros), correspondientes a los dos movimientos:

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
$s_1$ (m)	0	2	9	10	12	18	25	28

t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
$s_2$ (m)	- 3	2	7	12	17	22	27	32

c) La velocidad a la que van estas dos personas.

**A.14** Completa las siguientes tablas correspondientes a tres Movimientos Uniformes y representalos en ejes cartesianos ( $s = f(t)$ ). Dibuja los tres movimientos en los mismos ejes.

a) Mujer corriendo a velocidad constante de 5 m/s.

b) Caballo corriendo a velocidad constante de 8 m/s.

c) Perro corriendo a velocidad constante de 12 m/s.

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
$S_1$ (m)	0	5						



t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7
$S_2$ (m)				24				



t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
$S_3$ (m)	0							



**A.15** ¿Qué distancia recorre en 2 minutos un coche que circula a una velocidad de 72 km/h? Sol: 2400 m

**A.16** Una motorista se mueve a velocidad constante de 36 km/h:

a) ¿Qué espacio recorrerá en 20 s? Sol: 200m

b) ¿Cuánto tardará en recorrer 100m? Sol: 10 s



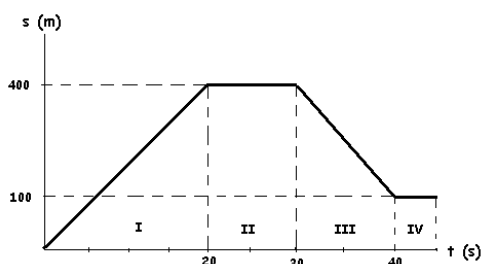
**A.17** Un ciclista vive en un lugar alejado 8 km de la estación de autobuses y quiere coger el autobús que sale a las 9h. ¿A qué hora ha de salir de casa como muy tarde, sabiendo que la velocidad media que saca en bici es de 15 km/h? *Sol: 8 h y 28 min*

**A.18** Si la distancia al Sol es de  $1,5 \cdot 10^8$  Km, y que la velocidad de la luz en el vacío es de  $3 \cdot 10^5$  km/s; calcula el tiempo que tarda la luz del Sol en llegar a la Tierra. *Sol: 8,3 min*

**A.19** Si la velocidad de propagación del sonido en el aire es de 340 m/s. ¿A qué distancia se encuentra una tormenta si desde el instante en que se ve el relámpago hasta que se oye el trueno pasan 4,5 s? *Sol: 1530 m*



**A.20** Interpreta la grafica siguiente, indicando el tipo de movimiento que lleva el móvil, la velocidad de cada etapa, así como la velocidad media a lo largo de las cuatro etapas.



**A.21** Representa gráficamente el movimiento de un objeto con la siguiente tabla de valores. Una vez representado interprétalo.

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
s(m)	10	10	15	20	25	30	20	10	0	-10	-20

**A.22** Un atleta sabe con seguridad que cada 2s recorre 19 m, y se ha jugado con un amigo una apuesta a que cruzará un campo de fútbol de 100 m en 11 s. ¿Ganará la apuesta?

*Sol: Sí; en 11s recorre 104,5 m*

### 3. El movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

**A.23** A lo largo de una carrera 100m ¿varía la velocidad del corredor? Diseña una práctica que permitiese demostrar tu respuesta.

**M.R.U.A.** es aquel movimiento rectilíneo en que su velocidad aumenta lo mismo cada segundo que transcurre (o cada minuto, o cada hora, según la unidad de tiempo que se ha elegido)

Llamamos **ACELERACIÓN** a lo que varía la velocidad del objeto que se mueve en cada unidad de tiempo que se utilice. La unidad de aceleración en el S.I. es el  $m/s^2$

$$a = \Delta v / \Delta t = (v - v_0) / (t - t_0) \quad \rightarrow \quad v = v_0 + a (t - t_0)$$

**A.24** La tabla siguiente representan cuatro movimientos diferentes.

a. Representa sobre los mismos ejes de coordenadas los cuatro movimientos. En el eje de abscisas el tiempo y en ordenadas las velocidades.

b. ¿Qué clase de movimiento representa cada gráfica?

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
v <sub>1</sub> (m/s)	4	4	4	4	4	4	4	4
v <sub>2</sub> (m/s)	0	1	4	6	9	10	15	18
v <sub>3</sub> (m/s)	0	3	6	9	12	15	18	21
v <sub>4</sub> (m/s)	24	22	20	18	16	14	12	10

**A.25** Dadas las tablas de valores siguientes, correspondientes a dos MRUA, y fijándote en cuánto aumenta la velocidad en el intervalo de tiempo indicado, calcula

- La aceleración de cada movimiento.
- Completa las tablas.
- Encuentra las ecuaciones de las velocidades de los dos movimientos  $v = f(t)$

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
V <sub>1</sub> (m/s)			23					48
V <sub>2</sub> (m/s)				31			22	

Sol: a)  $5\text{m/s}^2$   $-3\text{m/s}^2$  c)  $v_1 = 13 + 5t$   $v_2 = 40 - 3t$

**A.26** Un objeto se mueve con un MRUA, ¿cuánto vale su aceleración si desde el momento en que su velocidad era de 4 m/s hasta que alcanza 19 m/s, han pasado 3s? Sol:  $5\text{m/s}^2$

**A.27** Un ciclista va a 18 Km/h, frena y para en 0,8 s. Calcula su aceleración. Sol:  $-6,25\text{m/s}^2$

**A.28** Una motorista que va a una velocidad de 4,5 m/s comienza a aumentar uniformemente su velocidad con una aceleración de  $3\text{m/s}^2$

- ¿Cuál será su velocidad 1s después de haber comenzado a acelerar? Sol:  $7,5\text{m/s}$
- ¿Y 5s después de haber comenzado? Sol:  $19,5\text{m/s}$

**A.29** Un objeto que se mueve con MRUA tiene en estos momentos la velocidad de 12 m/s. ¿Cuál será la velocidad 6s después si su aceleración es de  $4\text{m/s}^2$ ? Sol:  $36\text{m/s}$

**A.30** Un coche que marcha a 40 m/s comienza a frenar con una deceleración de  $4\text{m/s}^2$ . Calcular la velocidad al cabo de 3 s de haber comenzado a frenar. ¿Cuánto tiempo tardará en pararse, y la distancia de frenada? Sol:  $28\text{m/s}$   $10\text{s}$

**A.31** Un coche parado inicia un movimiento con una aceleración de  $2\text{m/s}^2$ . Hallar el tiempo que tardara en alcanzar los 72 km/h. Sol:  $10\text{s}$

**El ESPACIO** recorrido en un M.R.U.A. se calcula:  $s = s_0 + v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2$

**A.32** Una piedra se deja caer en el vacío con una aceleración de  $-9,8\text{m/s}^2$ . Si en el instante inicial estaba parada, calcula el espacio que recorre en 1s; 2s; 3s;...7s y representa posteriormente en una gráfica  $s = f(t)$  los valores obtenidos. Sol:  $s_1 = 4,9\text{m}$ .  $s_2 = 19,6\text{m}$ .  $s_3 = 44,1\text{m}$ .  $s_4 = 78,4\text{m}$   $s_5 = 122,5\text{m}$   $s_6 = 176,4\text{m}$ .  $s_7 = 240,1\text{m}$ .

**A.33** Un tren va a una velocidad de 30 km/h y frena con una deceleración de  $-1,5\text{m/s}^2$ . Halla el tiempo que tarda en pararse y el espacio que recorre desde que empieza a frenar hasta que se para. Sol:  $5,55\text{s}$ ;  $23,13\text{m}$

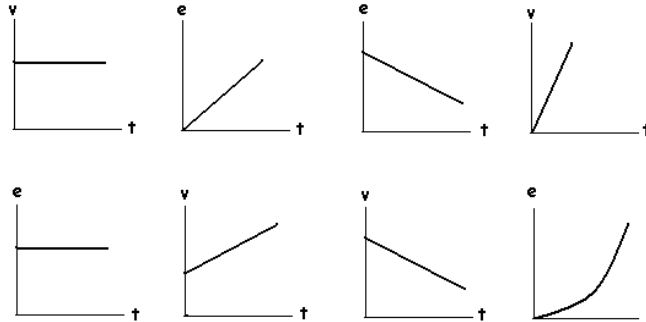
**A.34** Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas justificando por qué:

- Si la velocidad es cero en un instante, la aceleración será cero en ese instante.
- Si la aceleración es cero, el cuerpo no puede estar moviéndose.
- Si la aceleración es cero, la gráfica x en función de t es una línea recta.

**A.35** Da ejemplos de movimientos en que se cumplan los siguientes casos:

- tanto la aceleración como la velocidad sean positivas.
- la aceleración sea negativa pero la velocidad positiva.
- tanto la aceleración como la velocidad sean negativas.
- la velocidad sea negativa pero la aceleración positiva.

**A.36** Indica la clase de movimientos que están representados en las figuras adjuntas, interpretando la información. (e=posición; v=velocidad y t=tiempo)

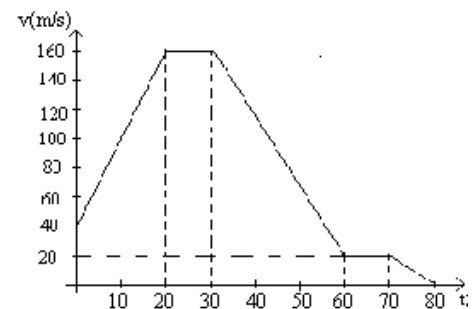


**A.37** a) Interpreta la gráfica siguiente, indicando lo que pasa en cada etapa.

b) Calcula la velocidad o la aceleración en cada etapa.

c) Calcula el espacio recorrido en cada etapa.

Sol: c) 2000m. 1600m. 2698,5m. 200m. 100m.



**A.38** Se lanza verticalmente hacia arriba una pelota. ¿Cuál es la velocidad en la parte más alta de su trayectoria? ¿Cuál es su aceleración en dicho punto?

**A.39** Se lanza hacia arriba una piedra con velocidad inicial de 49 m/s. Calcula:

- Escribe la ecuación del movimiento
- La velocidad cuando llegue al punto más alto. Sol: 0m/s
- Tiempo que tarda en llegar al punto más alto. Sol: 5s
- Altura máxima que alcanza. Sol: 122,5m
- Obtén la gráfica  $s = f(t)$  representativa del movimiento.

**A.40** Desde 100 m de altura se lanza hacia arriba un objeto con una velocidad de 50 m/s. Recuerda que la gravedad hará que el objeto vaya frenando hasta detenerse y que inicie entonces la caída. Calcula: (Sol. 227,4 m; -50 m/s; 11,9 s; -66,6 m/s)

- La altura máxima que alcanza
- La velocidad que tiene al regresar a la altura desde la que se había lanzado.
- El tiempo que tarda en llegar al suelo y velocidad al llegar al suelo.

**A.41** Un coche aumenta uniformemente su velocidad de 59,4 Km/h a 77,4 Km/h en 4 s. Calcula:

- Su aceleración.
- La velocidad que tendrá a los 9 s de comenzar a acelerar.
- La distancia recorrida en esos 9 s. (Sol. 1,25 m/s<sup>2</sup>; 27,75 m/s; 199,1 m)

**A.42** Calcula cuánto tiempo tarda en llegar al agua y con qué velocidad lo hará un saltador de trampolín que se lanza desde 10 m de altura. (Sol. 1,43 s; -14 m/s)

**A.43** Calcula cuánto tiempo tarda en llegar al agua y con qué velocidad llegará una piedra si la dejamos caer desde una altura de 17,7 m. (Sol. 1,9 s; -18,6 m/s)

**A.44** Si dejamos caer una piedra desde 50 m de altura. Calcula:

- a) Cuál será su posición a los 3 segundos de haberla soltado.
- b) Qué velocidad posee en ese instante.
- c) Cuánto tarda en llegar al suelo
- d) Con qué velocidad llega al suelo. (Sol. 5,9 m; -29,4 m/s; 3,2 s; -31,3 m/s)

**A.45** Calcula la altura desde la que se ha dejado caer un objeto, si se sabe que cuando llega al suelo su velocidad es de 150 m/s. Sol: 1148,54 m

**TEMA 5 EJERCICIOS DE REFUERZO**

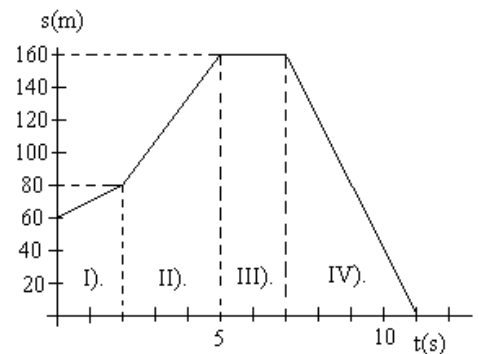
- Expresa las velocidades siguientes en m/s y ordénalas de mayor a menor:
  - Un automóvil recorre 100 km en 70 min.
  - Un atleta recorre los 100 m lisos en 9,79 s.
  - Un ciclista recorre 20 km en 1 h.
  - Un avión tarda 35 min. en recorrer 450 km.
- Distingue entre velocidad media y velocidad instantánea.
- Un galgo recorre 3800m en un 1min y 16s. ¿Cuál ha sido su velocidad media? (Sol. 50 m/s)
- La tabla siguiente muestra los datos del movimiento de un atleta en una carrera de 100 m lisos. Calcula la velocidad media entre los instantes: a) 0 y 5,61 s b) 5,61 y 9,86 s

Tiempo (s)	0	3,58	5,61	7,72	9,86
Posición (m)	0	25	50	75	100

(Sol. 8,91 m/s; 11,76 m/s)

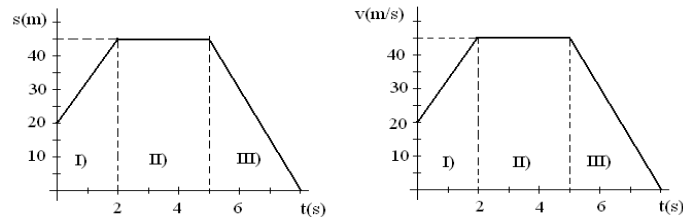
5.- Dada la grafica adjunta de un movimiento descrito por una moto, indica:

- El tiempo que dura cada etapa y el espacio que se recorre en cada una.
- Las velocidades con las que se ha corrido cada etapa.
- El espacio total recorrido.
- La velocidad media a la que se ha recorrido el movimiento en su totalidad.
- Explica si ese movimiento hubiera podido tener lugar por una carretera horizontal y recta.



- ¿Qué decimos que es la aceleración? ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las unidades que se utilizan para expresarla?
- Un coche pasa del reposo a una  $v = 198$  km/h en 10 s. Halla su aceleración. (Sol.  $5,5$  m/s<sup>2</sup>)
- Una bicicleta va a 18 km/h, frena y para en 0,8 s. Calcula su aceleración. (Sol.  $-6,25$  m/s<sup>2</sup>)
- Un motorista se desplaza por una carretera recta a una velocidad constante de 81 km/h. ¿Qué distancia recorrerá en 5 min.? (Sol. 6750 m)
- Dos pueblos distan 12 km a través de carretera recta. Un ciclista viaja de un pueblo a otro a velocidad constante de 10 m/s. ¿Cuánto tiempo empleará? (Sol. 20 min.)
- Un corredor se desplaza en línea recta, parte desde una posición inicial de 5 m y a los 10 segundos se encuentra en 75 m. Calcula:
  - Su velocidad
  - La distancia recorrida
  - El tiempo que tardará en recorrer 200 m desde que partió. (Sol. 7m/s; 70 m; 27,9 s)

12. Las dos gráficas adjunta parecen que representan los mismos movimientos, pero no es así. Indica que movimientos representan cada una de las tres etapas de cada gráfica, indicando la velocidad (si son MU) o la aceleración a la que van (si son MUA)



13. Un motorista circula en línea recta a 50 Km/h y entonces adquiere una aceleración constante de  $2 \text{ m/s}^2$ . Calcula la velocidad y la distancia recorrida al cabo de 6 s de comenzar a acelerar. (Sol.  $25,9 \text{ m/s}$ ;  $119,4 \text{ m}$ )

14. Un móvil parte del reposo y a los 10,5 segundos circula a 10 Km/h. Calcula su aceleración, el tiempo y la distancia que recorre hasta alcanzar los 100 km/h. (Sol.  $0,26 \text{ m/s}^2$ ;  $105 \text{ s}$  y  $1458,3 \text{ m}$ )

15. Un automóvil que circula a 70,2 km/h disminuye su velocidad con aceleración de  $-3 \text{ m/s}^2$ . ¿qué distancia recorrerá hasta detenerse? (Sol.  $63,4 \text{ m}$ )

16. Un coche aumenta uniformemente su velocidad de 59,4 Km/h a 77,4 km/h en 4 s. Calcula:
- Su aceleración.
  - La velocidad que tendrá a los 9 s de comenzar a acelerar.
  - La distancia recorrida en esos 9 s. (Sol.  $1,25 \text{ m/s}^2$ ;  $27,75 \text{ m/s}$ ;  $199,1 \text{ m}$ )

17. Se han recogido los datos de un móvil que inicia un MRUA en la siguiente tabla.

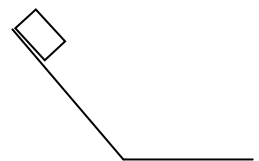
Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5
Posición (m)	0	1,5	6	13,5	24	37,5

- Representa la gráfica s-t
- Calcula la velocidad media en cada segundo (para ello toma intervalos de 2 segundos)
- Representa la gráfica v-t
- Calcula la aceleración.
- Calcula la velocidad que tendrá a los 10 s. (Sol.  $3 \text{ m/s}^2$ ;  $30 \text{ m/s}$ )

18. Desde el reposo, dejamos deslizar un objeto desde lo alto de una rampa de 6 m de longitud. El objeto tiene una aceleración de  $3 \text{ m/s}^2$  y tarda 4 segundos en llegar al final de la rampa.

A partir de allí se mueve a velocidad constante. Calcula:

- La velocidad que tiene al acabar la rampa.
- Cuántos metros ha recorrido a los 10 segundos de soltar el objeto. (Sol.  $12 \text{ m/s}$ ;  $78 \text{ m}$ )



19. Calcula cuánto tiempo tarda en llegar al agua y con qué velocidad lo hará un saltador de trampolín que se lanza desde 10 m de altura. (Sol.  $1,43 \text{ s}$ ;  $-14 \text{ m/s}$ )

20. Calcula cuánto tiempo tarda en llegar al agua y con qué velocidad llegará una piedra si la dejamos caer desde una altura de 17,7 m. (Sol.  $1,9 \text{ s}$ ;  $-18,6 \text{ m/s}$ )

21. Un objeto tarda 2,4 s en caer desde lo alto de una torre, halla la altura de la torre. (Sol.  $28,2 \text{ m}$ )

22. Si dejamos caer una piedra desde 50 m de altura. Calcula:
- Cuál será su posición y velocidad a los 3 segundos de haberla soltado.
  - Cuánto tarda en llegar al suelo
  - Con qué velocidad llega al suelo. (Sol. 5,9m y -29,4m/s; 3,2 s; -31,3 m/s)
23. Desde una altura de 80 m se deja caer una piedra. Calcula:
- El tiempo que tarda en llegar al suelo y la velocidad que tiene en ese instante.
  - La velocidad que tiene al llegar a 10 m de altura. (Sol. 4,04 s; -39,6 m/s; -37,04 m/s)
24. Halla la altura máxima que alcanzará una pelota lanzada verticalmente hacia arriba con una velocidad de 20 m/s. (Sol. 20,4 m)
25. Desde 100 m de altura se lanza hacia arriba un objeto con una velocidad de 50 m/s. Recuerda que la gravedad hará que el objeto vaya frenando hasta detenerse y que inicie entonces la caída. Calcula:
- La altura máxima que alcanza
  - La velocidad que tiene al regresar a la altura desde la que se había lanzado.
  - El tiempo que tarda en llegar al suelo y velocidad al llegar al suelo. (Sol. 227,4 m; -50 m/s; 11,9 s; -66,6 m/s)
26. Un coche que parte del reposo alcanza una velocidad de 72 Km/h en 10 segundos. Después mantiene esa velocidad durante 5 segundos y tras ello empieza a frenar, recorriendo 100 m hasta detenerse totalmente. Indica:
- Qué tipo de movimiento realiza en cada etapa.
  - Qué aceleración posee en cada etapa.
  - Distancia recorrida en cada etapa y distancia total recorrida.

## TEMA 5 EJERCICIOS DE AMPLIACIÓN

27. Corres tranquilamente por tu calle a una velocidad de 2,6 m/s cuando desde la azotea (30 m de altura) de un edificio que se encuentra 6 m por delante de ti cae un tiesto. Tú no te das cuenta y sigues caminando. ¿Cuánto tiempo tarda el tiesto en llegar al suelo? ¿Corres peligro de que caiga sobre tu cabeza? (Sol. 2,47 s; No, cae justo 43 cm por detrás de ti)
28. Un automóvil acelera desde el reposo a  $2\text{ m/s}^2$  durante 20 s. La velocidad se mantiene constante durante otros 20 s y, por último, hay una deceleración de  $-3\text{ m/s}^2$  hasta que el automóvil se detiene. ¿Cuál es la distancia total recorrida? (Sol. 1466,67 m)
29. Doña Liebre y Doña Tortuga empiezan una carrera de 10 Km en el instante  $t=0$ . Doña Liebre corre a 4 m/s y rápidamente deja atrás a Doña Tortuga que corre a 1 m/s (aunque realmente una tortuga va diez veces más lento) Después de correr 5 minutos, Doña Liebre se detiene y se echa a dormir una siesta que dura 135 min. Entonces despierta y empieza a correr de nuevo a 4 m/s, pero pierde la carrera. Representa sobre los mismos ejes un gráfico  $x$  en función de  $t$  para cada una de las corredoras. ¿En qué momento Doña Tortuga pasó a Doña Liebre? ¿A qué distancia de la meta quedó Doña Liebre cuando Doña Tortuga cruzó la meta? ¿Cuánto tiempo podría haber dormido Doña Liebre sin perder la carrera? (Sol. 20 min; queda a 2,4 Km; dormir menos de 125 min)
30. Un coche de policía se pone en marcha queriendo alcanzar a un coche que pasa junto a él a 125 km/h. La policía arranca desde el reposo con aceleración constante de  $2,22\text{ m/s}^2$ , hasta que alcanza su velocidad máxima que es 190 km/h, y luego prosigue a velocidad constante.
- Representa en unos ejes un gráfico  $x(t)$  para cada coche.

- b) ¿Cuándo alcanza la policía su velocidad máxima?
- c) ¿Cuándo alcanzará la policía al otro coche?
- d) ¿Qué espacio habrán recorrido entonces ambos coches? (Sol. 23,75 s; 34,7 s; 1,21 Km)

Si cuando el coche de policía va a 190 km/h y se encuentra 100 metros por detrás del otro coche, éste observa que le siguen y acciona los frenos, y el policía tan pronto ve que el coche que persigue frena también él hace lo mismo (suponemos que sin tiempo muerto de reacción). Si cada coche puede frenar con una aceleración negativa de  $6 \text{ m/s}^2$ :

- e) Representa en unos ejes un gráfico  $x(t)$ , que demuestre que ambos coches chocan.
- f) ¿En qué momento chocan a partir de aplicar los frenos? (Sol. 5,54 s)
- g) El intervalo de tiempo que transcurre desde el momento en que el policía ve encenderse la luz de frenos del coche que persigue hasta que pisa sus frenos se denomina Tiempo de reacción. ¿Cómo crees que influiría este tiempo sobre el problema?

31. Un coche "A" sale de Torrent y se dirige hacia Valencia con velocidad constante de 60 km/h. A los 3 minutos sale desde el mismo punto una moto "B" también hacia Valencia a la velocidad constante de 80 km/h. Hallar:

- a) El tiempo que tardará la moto en alcanzar al coche. Sol: 540,65 s después de salir la moto
- b) La distancia desde el punto de salida a la que lo alcanza. Sol: 9012,64 m

32. Un ciclista sale de un punto A con velocidad constante de 18 km/h. Al mismo tiempo otro ciclista sale de B y se dirige hacia el punto A, con velocidad de 36km/h. Sabiendo que la separación entre A y B es de 2km, calcula el tiempo que tardan en encontrarse los dos ciclistas, y a que distancia de A se encuentran. Sol: 133,3s y 666,7m de A

## **Tema 6° LAS FUERZAS Y EL EQUILIBRIO (Estática)**

### OBJETIVOS DEL TEMA:

A.46 Vamos a ver en este tema qué son las fuerzas, como se miden, a descubrir las fuerzas que actúan sobre los objetos, a sumarlas, a comprender fenómenos, como por que es imposible levantarse de una silla sin tirar el cuerpo hacia delante, o bien las piernas hacia atrás; o por que al viajar en un autobús de pie tenemos tendencia a abrir la piernas....

A.47 Veremos también, que a veces las fuerzas, cuando actúan sobre los objetos pueden cambiarles el estado de reposo o de movimiento que tengan, pero otras veces los objetos quedan parados en equilibrio a pesar de estar actuando sobre ellos fuerzas, (esta parte de la Mecánica se llama Estática).

### **1. Fuerzas. Tipos. Magnitudes escalares y vectoriales. Unidades.**

Llamamos **Fuerza** a toda causa capaz de :

- DEFORMAR UN CUERPO
  - Estirar un muelle (deformación elástica)
  - Modelar plastilina (deformación plástica)
- MODIFICAR SU ESTADO DE MOVIMIENTO
  - Estaba parado y comienza a moverse.
  - Estaba en movimiento y se para.
  - Estaba moviéndose de un modo y pasa a moverse de otro modo diferente.

Para simplificar el estudio, en este tema estudiaremos el comportamiento general de las fuerzas. En el tema siguiente estudiaremos principalmente las consecuencias de las fuerzas sobre el movimiento, para ello consideraremos los cuerpos como sólidos indeformables. Y como parte del tema 8 veremos el efecto deformador de las fuerzas.

**A.1] A partir de sus posibles efectos, reflexiona si existen fuerzas en las situaciones siguientes indicando por qué has llegado a dicha conclusión.**

- a. Una **pelota** de plástico flexible que esta parada, cuando se le pega una **patada**.
- b. Una **bola** de madera que choca contra una **pared**.
- c. Un **balón** cuando lo para el **portero**
- d. Un **niño** sostenido en **brazos**.
- e. Un **ciclista** cuando esta bajando una pendiente y le da el **aire** de lado.

Como habrás visto en estos ejemplos, siempre que aparecen fuerzas se ven involucrados al menos dos objetos. Esto ocurre siempre y por ello se dice que las fuerzas son INTERACCIONES entre cuerpos, es decir, acciones mutuas entre objetos.

*La intensidad de las fuerzas se miden con un aparato llamado dinamómetro.*

*Unidades en que se miden las fuerzas:*

- **Newton:** La fuerza que produce una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$  sobre una masa de  $1 \text{ Kg}$
- **Kilopondio (o kilogramo-fuerza):** El peso de  $1 \text{ kg}$  de masa a una latitud de  $45^\circ$  y a nivel del mar

$$1 \text{ Kilopondio} = 9,81 \text{ Newton}$$

**A.2** ¿Cuántos kilopondios y newtons pesa una silla de 3kg de masa?

**A.3** a) Imagina que a alguien que está fuera de la sala le dices que tu compañero de clase mide 1,65 m. ¿Podrá hacerse una idea de cómo es de alto?

b) Y si le dices que en clase estamos a 21°C ¿Podrá hacerse una idea de si se está a gusto o hace frío o calor?

c) Y si le dices que alguien ha hecho una fuerza de 50 N ¿Se podrá hacer una idea de qué ha pasado dentro de la clase?

○ Algunas magnitudes quedan perfectamente definidas con sólo un valor numérico, estas magnitudes se llaman **ESCALARES**.

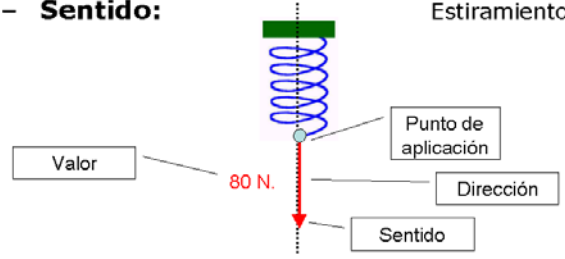
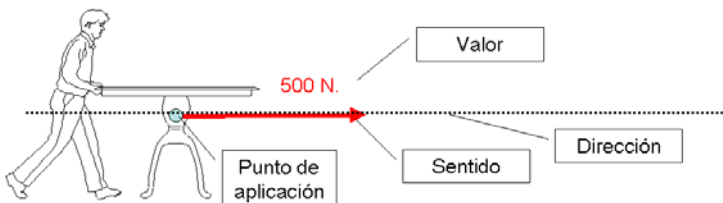
○ Otras magnitudes, no quedan definidas con sólo un valor numérico (o módulo), sino que precisan de más información, como el punto de aplicación, la dirección y el sentido para quedar perfectamente definidas, estas magnitudes se llaman **VECTORIALES** y se representan mediante vectores (forma de flecha).

**A.4** El tiempo, la longitud, la velocidad, la superficie, la carga eléctrica, la fuerza, el volumen, la masa, el calor, la potencia, todas son magnitudes físicas, que pueden medirse y dar sus valores numéricos. Pero entre estas hay algunas que para que queden perfectamente determinadas es preciso indicar, además de la cantidad que hay de ella, la dirección y el sentido en el que actúan. Indica cuales de estas magnitudes son escalares y cuales vectoriales.

**A.5** Para que vector quede perfectamente determinado, es preciso indicar su origen o punto de aplicación, su módulo, la dirección y el sentido que tiene. A la vista de las imágenes siguientes define qué es cada uno de estos términos.

- **Valor (Intensidad)** 500 Newtons.
- **Punto de aplicación:** La mesa.
- **Dirección:** Horizontal.
- **Sentido:** Hacia la pared.

- **Valor (Intensidad)** 80 Newtons.
- **Punto de aplicación:** El muelle.
- **Dirección:** Vertical.
- **Sentido:** Estiramiento.



## 2. Representación de fuerzas y vectores

A veces es muy útil representar los vectores, sobre un sistema de coordenadas cartesianas, si conocemos las componentes del vector sobre los dos ejes de coordenadas.



**A.6** Representar dos fuerzas con el mismo origen, que sean perpendiculares ( $90^\circ$ ), una de 3 N y otra de 4 N. (Nota: representa 1 N por 2 cuadraditos).

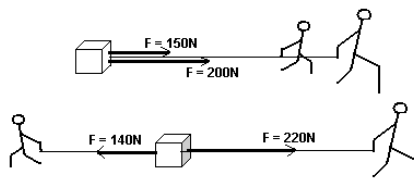
**A.7** Tiramos de un bloque de 4 N de peso, con una fuerza hacia arriba de 6 N. Representa las dos fuerzas.

### 3. Composición de fuerzas.

Cuando sobre un cuerpo actúan varias fuerzas deducimos los efectos que se producirán sobre el cuerpo sumando (como vectores) todas las fuerzas, es lo que llamamos **Fuerza resultante** ( $\Sigma F$ )

#### a) FUERZAS DE MISMA DIRECCION

**A.8** Cual es la fuerza resultante de la suma de las dos fuerzas indicadas en las dos figuras.



*La suma de dos fuerzas de la misma dirección y sentido es igual a otra fuerza de modulo .....  
.....y la dirección y sentidos  
es.....  
La suma de dos fuerzas de la misma dirección y sentido contrario es igual a otra fuerza de  
módulo.....,la dirección.....y  
el sentido.....*

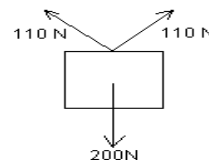
**A.9** Dos chicas ejercen fuerzas de 75 N y 100 N sobre una mesa. Dibuja un esquema de fuerzas y determina la fuerza resultante si:

- a) Las dos fuerzas tienen la misma dirección y sentido.
- b) Las dos fuerzas tienen la misma dirección y sentidos contrarios. *Sol. 175 N; 25 N*

**A.10** Dos chicos empujan un carrito con fuerzas de 45 N y 37 N en la misma dirección y sentido contrario. Dibuja un esquema de fuerzas y determina la fuerza resultante. *Sol. 8 N*

#### b) FUERZAS DE DISTINTA DIRECCION

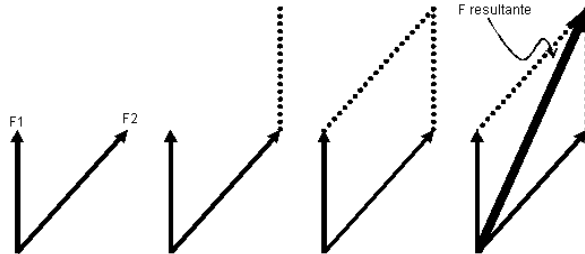
Hemos visto que las fuerzas de la misma dirección suman o restan sus módulos, según los sentidos que tengan las fuerzas. En cambio cuando las fuerzas tienen diferentes direcciones tenemos que tener en cuenta que también influye la dirección y sentido de cada una; por ejemplo, las dos fuerzas del dibujo siguiente, que sumadas como los números, suman 220 N, veremos que en realidad no hacen más que la fuerza suficiente, hacia arriba, para sostener un objeto que pese 200N



Hay dos métodos para sumar fuerzas de distinta dirección: uno el método grafico y otro sumando sus componentes.

**Método Gráfico**

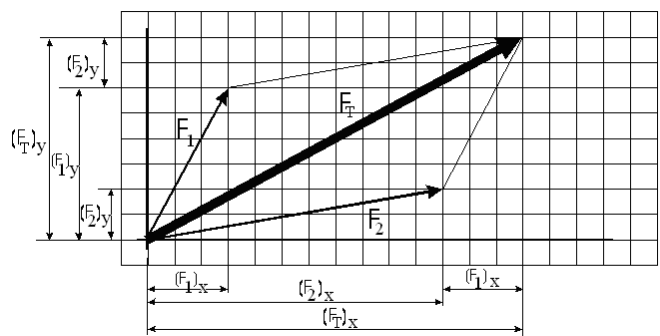
Para sumar dos fuerzas  $F_1$  y  $F_2$ , sobre el extremo de una de ellas se dibuja el otro vector y después el vector Fuerza Resultante ( $\Sigma F$ ) es el que une el origen del primero con el extremo del último:



**Sumando sus componentes.**

Se puede ver en la figura, que el vector Fuerza resultante tiene unas componentes  $(\Sigma F)_x$  y  $(\Sigma F)_y$  que son iguales a la suma de las componentes de los vectores que queremos sumar:

$$\begin{aligned}
 (\Sigma F)_x &= (F_1)_x + (F_2)_x \\
 (\Sigma F)_y &= (F_1)_y + (F_2)_y
 \end{aligned}$$



- A.11** a) Dibuja unos ejes de coordenadas y suma gráficamente y por componentes dos fuerzas que forman entre ellas un ángulo de  $90^\circ$  (fuerzas perpendiculares), siendo sus valores 3N y 4N. (Representa 3N por 6cm o por 12 cuadrados)
- b) Comprueba que en el caso de las dos fuerzas perpendiculares, se puede obtener la suma mediante el Teorema de Pitágoras.

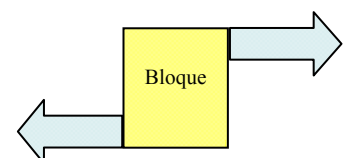
**A.12** Dos chicos tiran de los extremos de una cuerda atada alrededor de una caja con fuerzas perpendiculares de 32 N y 28 N. Dibuja un esquema de las fuerzas y determina la resultante. *Sol: 45,5 N*

**A.13** Representa dos fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  sabiendo que sus componentes son:  $F_1 (25, 40)N$  y  $F_2 (60, 15)N$ . A continuación obtén la suma y represéntala gráficamente

- A.14** Suma tres fuerzas que tienen como origen el origen de coordenadas y por extremos  $A(5,2)N$ ,  $B(2,3)N$  y  $C(-4,-6)N$ ; represéntalas en los mismos ejes de coordenadas.
- a) Representa las tres fuerzas y el vector que representa la suma.
- b) Halla el valor en Newtons del vector suma.

**4. Estudio del equilibrio de los cuerpos. Giros. Momento de una fuerza con relación a un punto**

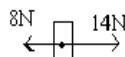
**A.15** ¿Qué ocurrirá cuando 2 operarios, (con la misma fuerza), empujan un bloque paralelamente y en sentido contrario?



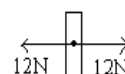
**A.16** Observa las figuras:

a. ¿Cuánto vale la suma de estas dos fuerzas en cada caso?

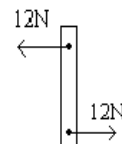
b. ¿Las barras están quietas o estarán moviéndose?



a).



b).

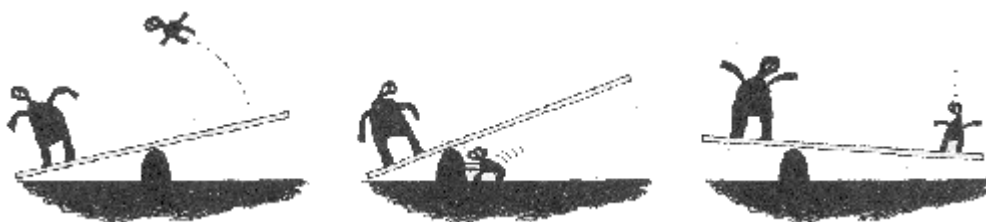


c).

**Condiciones de equilibrio de objetos grandes:** para que un objeto grande sobre el que actúan fuerzas, se encuentre en equilibrio es preciso que la suma de todas las fuerzas sea cero, y además no debe de girar el objeto.

Que un objeto gire o no gire alrededor de un punto fijo o eje de giro, depende de una magnitud nueva que se llama MOMENTO DE UNA FUERZA con relación a un punto.

Observa la siguiente imagen:



Llamamos MOMENTO DE UNA FUERZA al efecto de giro que produce una Fuerza (F) al aplicarse sobre un punto situado a una distancia (d) de un punto fijo o eje de giro.

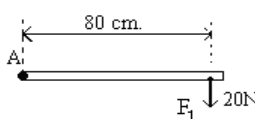
Se mide en N·m. (Newtons por metro)

Se calcula: **Momento = Fuerza x distancia**      **M = F x d**

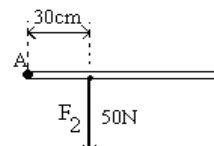
La condición para que un objeto sobre el que actúan fuerzas, no gire ha de ser que el Momento resultante ( $\Sigma M$  o suma de los Momentos de las fuerzas) sea cero.

**NOTA:** La definición anterior de Momento de una fuerza es solo válida para fuerzas “F” perpendiculares a la distancia “d”.

**A.17** Las figuras siguientes representan puertas que pueden girar alrededor de un punto A, y sobre ellas actúan fuerzas que las hacen girar. Suponiendo que las puertas son iguales: ¿Qué puerta girará más?

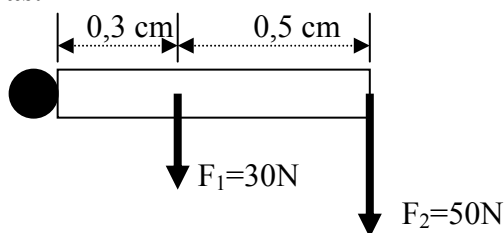


a).

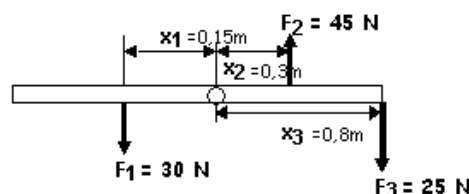


b).

**A.18** Dos personas están tirando de una puerta con las fuerzas que se indican en la figura siguiente. Halla los momentos que ejercen, respecto del punto por donde giran, cada una de las fuerzas.  
Sol: 0,09N.m; b) 0,4N.m



**A.19** La figura representa una puerta que puede girar alrededor del punto O. Observa y contesta:  
a. ¿De las tres fuerzas, cuales tienden a hacer girar



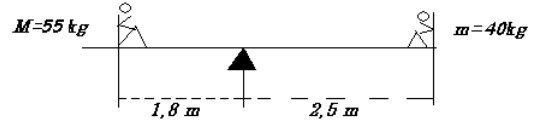
la puerta en el mismo sentido?

b. ¿Qué vale el momento de cada fuerza?

c. ¿En qué sentido girará la puerta?. Justificarlo.

Sol: a)  $F_1$  y  $F_2$ ; b)  $M_1=4,5N.m$ ;  $M_2=13,5N.m$ ;  $M_3 = -20 N.m$ ; c) En el sentido de las agujas del reloj.

**A.20** Sobre el columpio de la figura, se han colocado dos hermanos a las distancias indicadas.



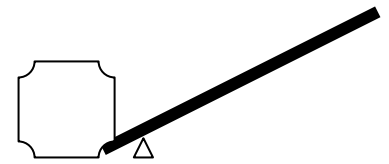
a. ¿Cómo deberán de ser los Momentos que provoquen cada hermano para que puedan columpiarse tranquilamente, iguales, o diferentes?

b. Calcula los pesos de las dos personas y dibujadlos.

c. ¿Se columpiarán bien? Justificalo.

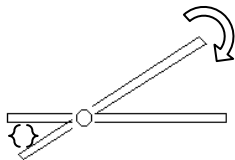
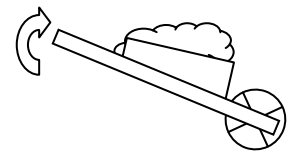
Sol:  $M_1 = 99 N.m$ ;  $M_2 = 100 N.m$  sí que podrán columpiarse ya que son momentos parecidos.

**A.21** Para elevar grandes pesos puedes utilizar una palanca, haciéndola girar alrededor de un punto de apoyo próximo a la carga. Para elevar 100 Kg de masa tenemos una palanca de 2 m y colocamos el punto de apoyo a 30 cm. del extremo junto a la carga. Dibuja las fuerzas que aparecen ¿Qué fuerza deberé realizar?



(Sol. 173 N)

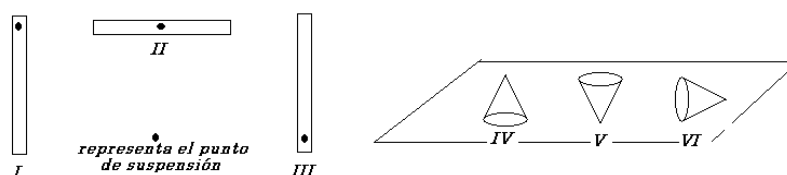
**A.22** Otra máquina simple para transportar grandes pesos más fácilmente es una carretilla. Para elevar el peso básicamente debes hacer girar la carretilla sobre el eje de la rueda. Dibuja las fuerzas que aparecen al transportar una carga. Si realizo una fuerza de 400 N a una distancia de 1,2 m del eje de la rueda. ¿Qué masa podré elevar si la coloco a 50 cm del eje. (Sol. 98 Kg)



**A.23** Supongamos que la cáscara de la nuez resiste hasta una fuerza de 250 N. Para romper una nuez sin realizar tanto esfuerzo puedes utilizar un rompenueces, que consiste en hacer girar unas pinzas alrededor de su eje para aplastar la cáscara de la nuez. Calcula la fuerza que debo realizar si la nuez está a 4 cm del eje y nosotros realizamos la fuerza por el otro extremo a 12 cm del eje.(Sol. 83,3 N)

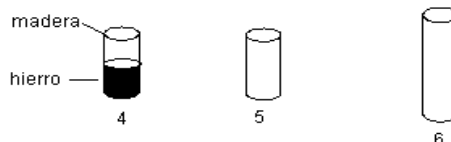
## 5. Clases de equilibrio.

**A.24** De las barras y conos siguientes, indica las figuras que representan equilibrios estables, inestables, e indiferentes.



El equilibrio de un cuerpo que está colgado es estable cuando el punto de suspensión está situado.....del centro de gravedad.  
Es inestable cuando el que está por encima es.....

Y es indiferente  
 cuando.....  
 .....



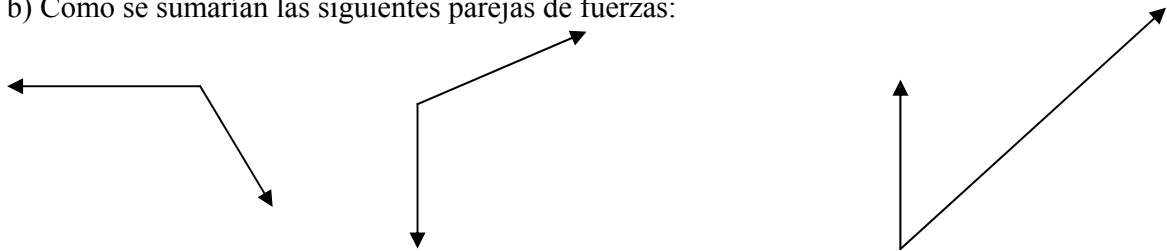
- A.25** a. Sitúa aproximadamente el centro de gravedad de los tres cilindros de la figura.  
 b. ¿Cuál de ellos es más estable?. Justifícalo.

*El equilibrio de un objeto que está descansando sobre una superficie, es más estable cuanto..... es su base.*  
*También es más estable cuanto más..... está situado su centro de gravedad.*  
*El equilibrio de un objeto que está descansando sobre una superficie, es estable mientras la línea que representa el peso, y tiene su origen en el c.d.g., caiga dentro de la.....de sustentación.*

- A.26** a. ¿Porqué es imposible levantarse de una silla si no se tira el cuerpo hacia delante, o los pies hacia atrás?  
 b. ¿Por qué al ir de pie en un autobús, tenemos la costumbre de mantener las piernas separadas?  
 c. ¿Por qué las personas que van cargadas con una maleta, se inclinan instintivamente hacia el lado contrario?

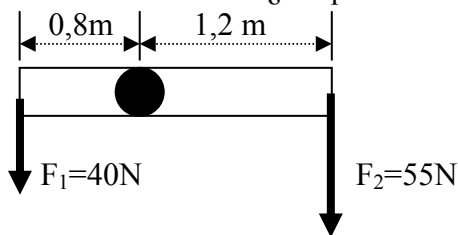
**TEMA 6 EJERCICIOS DE REFUERZO**

- ¿A qué llamamos fuerza?
  - ¿Que efectos pueden ejercer las fuerzas cuando actúan sobre un objeto?
  - ¿En que unidades pueden medirse las fuerzas y que equivalencia hay entre ellas?
  - ¿Cuál es la fuerza que hay que hacer para sostener 0,5kg de arroz?
  - ¿Qué diferencia hay entre magnitudes escalares y vectoriales? Pon ejemplos de ambas.
- ¿Qué es un Newton? ¿Y un Kilopondio?
- Comenta la siguiente afirmación: “ La suma de dos fuerzas de 20N y 15N puede tener varias resultantes”
  - Como se sumarían las siguientes parejas de fuerzas:

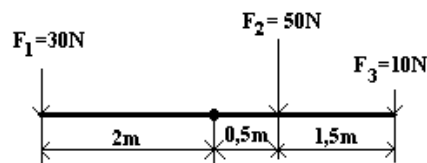


- La figura representa una puerta girando alrededor del punto negro.

  - Calcula el Momento de cada fuerza. *Sol:  $M_1 = 32 \text{ N.m}$   $M_2 = - 66 \text{ N.m}$*
  - Calcula el Momento resultante ¿En qué sentido girará la puerta?

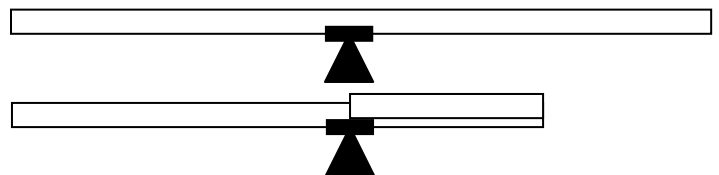


- Sobre la puerta giratoria de la figura actúan las tres fuerzas dibujadas. Indica en que sentido girara la puerta y justificarlo.



- Una varilla homogénea, apoyada por el punto medio, está en equilibrio

¿Cuál de sus mitades bajará si el brazo derecho se corta por la mitad y se coloca encima de la otra mitad, como indica la figura? ¿Se conservará el equilibrio?

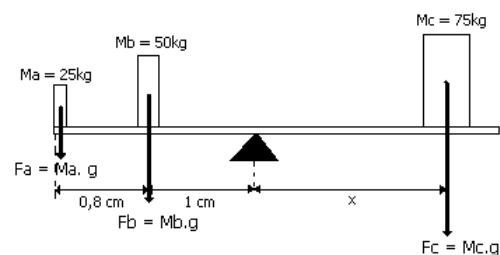


- ¿Que quiere decir que un equilibrio sea estable?
  - Explica porque es más estable un cilindro que sea la mitad de madera y mitad de hierro en la parte inferior, que otro de las mismas dimensiones pero todo de madera.
  - ¿Por qué no se puede levantar una persona de una silla, si no tira el cuerpo hacia delante o los pies hacia atrás?

8. Dos chicas ejercen fuerzas de 75 N y 100 N sobre una mesa. Dibuja un esquema de fuerzas y determina la fuerza resultante si:
  - a) Las dos fuerzas tienen la misma dirección y sentido.
  - b) Las dos fuerzas tienen la misma dirección y sentidos contrarios. (Sol. 175 N; 25 N)
  
9. Dos chicos empujan un carrito con fuerzas de 45 N y 37 N que tienen la misma dirección y sentido contrario. Dibuja un esquema de fuerzas y determina la fuerza resultante. (Sol. 8 N)
  
10. ¿Cuándo las fuerzas de un sistema están en equilibrio? En ese momento, ¿qué le ocurre al sistema?
  
11. Indica por qué requiere menos esfuerzo desenroscar una tuerca cuanto más larga es la llave.
  
12. Dos niños se montan en un balancín. Uno de ellos tiene 50 kg de masa y se sitúa a 1,5 m del eje, el otro tiene 40 kg de masa y se sitúa a 2 m del eje. ¿Qué le ocurre al balancín?
  
13. Calcula el momento generado y la fuerza que necesitaré aplicar para abrir una puerta si empujo a mitad de la puerta (a 30 cm de la bisagras), si necesito una fuerza de 20 N cuando empujo sobre el pomo (a 60 cm de las bisagras). (Sol. 12 N·m; 40 N)
  
14. Enuncia las dos condiciones que debe cumplir un cuerpo para permanecer en equilibrio estático.

15. En el tablero de la figura se colocan tres objetos:

- a. Las fuerzas que ejercen los objetos sobre el tablero.
- b. ¿A qué distancia del punto de soporte debe colocarse el objeto más grande, para que el tablero se encuentre en equilibrio?



## **Tema 7º LAS FUERZAS Y EL MOVIMIENTO: DINÁMICA. LAS FUERZAS DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL. EL PESO DE LOS OBJETOS**

### OBJETIVOS DEL TEMA:

- *En este tema de DINÁMICA vamos a relacionar el movimiento de un objeto con las causas que lo producen.*
- *Empezaremos nuestro tema con las conclusiones a las que llegó Newton, conclusiones que se conocen como Las Tres Leyes de la Dinámica:*
  - Ley de la inercia o primera ley de la dinámica
  - Segundo principio de la dinámica o segunda ley de la dinámica
  - Ley de acción y reacción o tercera ley de Newton.
- *Intentaremos conocer como se mueven los objetos, para lo que tendremos que identificar las fuerzas que están actuando sobre ellos. Nos tendremos que acostumbrar a no precipitarnos al analizar en cada caso ya que la intuición no es muy buena compañera en este caso.*
- *Conoceremos las ideas que sobre el Universo se tenían en la edad Media y a las personas que contribuyeron a cambiar esa imagen.*
- *Conoceremos la fórmula de la gravitación universal, descubierta por Newton, y a tratar de distinguir dos ideas que os marean bastante, la diferencia entre Masa y Peso.*

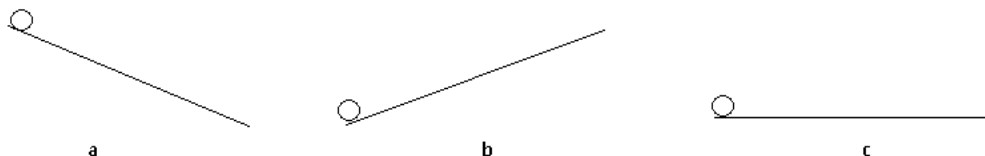
### **1. La ley de la inercia: primera ley de Newton**

**A.1** Supón que las bolas de la figura son de un material muy duro y liso y que la superficie sobre la que ruedan también lo es. Indica cómo se moverán las bolas después de darles un pequeño impulso en los tres casos siguientes:

a. La superficie tiene una ligera inclinación hacia abajo. ¿Cómo influiría una menor pendiente?

b. La superficie tiene una ligera inclinación hacia arriba. ¿Cómo influiría una menor pendiente?

c. La superficie está perfectamente horizontal.



#### **PRIMERA LEY DE NEWTON o LEY DE LA INERCIA:**

*Si sobre un objeto no actúa ninguna fuerza, o si actúan dos o más pero la suma de ellas es cero, pueden ocurrir dos cosas: si el objeto está inicialmente parado continuará parado, y si esta inicialmente moviéndose continuará moviéndose en la misma dirección y a la misma velocidad indefinidamente (MRU)*

Otra manera de enunciarla es:

*Todos los objetos tienen tendencia a conservar el estado de reposo o de movimiento que tienen en cada instante; es decir, tienen tendencia a estar parados o a moverse en línea recta y velocidad constante. Si no ocurre así es porque sobre el objeto en cuestión actúa alguna fuerza.*

- A.2** Indicar si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
- Para que un cuerpo este moviéndose ha de estar actuando una fuerza sobre él, si la fuerza deja de actuar el objeto se para.
  - Si un objeto está parado, la fuerza total que actúa sobre el es cero.
  - Si un objeto está moviéndose, la fuerza total que actúa sobre el no es cero.
  - Un objeto sobre el que no actúa ninguna fuerza, se mueve aceleradamente.
  - Un objeto puede estar moviéndose y ser cero la fuerza total que actúa sobre el.
  - Un objeto está moviéndose en línea recta y con velocidad constante, porque sobre el actúa una sola fuerza.

## 2. El segundo principio de la dinámica: segunda ley de Newton

### SEGUNDA LEY DE NEWTON:

*Si sobre un objeto de masa "m", actúan una o varias fuerzas cuya suma no es cero, el objeto seguro que se mueve y además lo hace aceleradamente. El valor de la aceleración es directamente proporcional a la fuerza resultante, (es decir, la aceleración es mayor cuanto mayor sea la fuerza), e inversamente proporcional a la masa que tiene el objeto (es decir, la aceleración es mayor cuanto menor sea la masa del objeto), y la dirección y sentido de la aceleración coincide con la de la fuerza resultante. Matemáticamente se puede expresar:*

$$a = \Sigma F / m \rightarrow \Sigma F = m \cdot a$$

- A.3** Contestar si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:
- Un objeto sobre el que actúa una sola fuerza puede estar parado.
  - Un objeto sobre el que actúa una sola fuerza puede estar moviéndose en línea recta y velocidad constante.
  - Un objeto puede estar moviéndose a pesar de ser cero la fuerza total que actúe sobre el.

## 3. La ley de la acción y de la reacción: tercera ley de Newton.

Cuando empezamos a hablar de fuerzas ya vimos que siempre estaban implicado dos cuerpos. La tercera ley de Newton expone que ambos realizan fuerza sobre el otro, y además, que estas fuerzas son iguales.

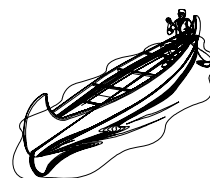
### TERCERA LEY DE NEWTON O LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

*Si un objeto "A" ejerce una fuerza sobre otro objeto B, este objeto B ejerce sobre "A" una fuerza igual pero de sentido contrario.*

- A.4** Cuando golpeas una mesa con la mano, ¿por qué te duele, si has sido tú el que ha realizado la fuerza?
- A.5** Un tenista hace una fuerza al golpear la pelota de tenis y observamos como la pelota adquiere un movimiento acelerado. ¿La pelota ha hecho una fuerza de reacción sobre el tenista? ¿Adquiere aceleración el tenista? Justifica tus respuestas.
- A.6** Las fuerzas de acción y reacción, ¿se anulan mutuamente?

**A.7** Encuentra una explicación a lo siguientes fenómenos:

- ¿Por qué cuando se salta desde una barca pequeña, al muelle que esta al lado, la barca sale empujada hacia atrás?
- ¿Por qué si en lugar de saltar desde una barca lo hacemos desde un barco más grande, este no notamos que se vaya para atrás?



**A.8** ¿Será entonces cierto que si la Tierra atrae hacia ella una piedra que está cayendo, también la piedra atrae a la Tierra? Haz un dibujo que lo ilustre e indica como calcularías, (si tuvieras todos los datos), las aceleraciones con las que se mueven la piedra y la Tierra.

#### 4. Aprendiendo a descubrir las fuerzas que actúan sobre los objetos.

Cuando se quiera conocer la aceleración con la que se mueve un objeto habrá de conocerse primero cuáles son todas las fuerzas que están actuando sobre él, y encontrar después el valor de la fuerza total o resultante. Para ello será necesario identificar todas las fuerzas que están actuando, aunque algunas no se indiquen expresamente. Para descubrir las fuerzas que están actuando sobre los objetos, en cada caso debes plantearte si están presentes las siguientes fuerzas:

- Por experiencia sabemos que cualquier objeto próximo a un planeta se ve atraído por él con una fuerza que llamamos **PESO** y que depende de la masa del objeto atraído y de la intensidad de la gravedad en el punto en la posición en la que se encuentra.  $P = m \cdot g$

Todos sabemos que cuando un objeto se apoya sobre una superficie está ejerciendo una fuerza sobre ella, su peso. Si el objeto no se hunde, deformando la superficie, es porque la superficie realiza una fuerza de reacción capaz de sostener el objeto.

- Llamamos fuerza **NORMAL** ("normal" significa perpendicular a la superficie) a la fuerza que debe ejercer una superficie, sobre un cuerpo apoyado sobre ella para sostenerlo.

No hay ninguna fórmula para calcular la Normal (**N**) directamente, sino que debemos deducirla del resto de fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

También todos hemos experimentado que al arrastrar un objeto sobre una superficie, necesitamos realizar fuerza para mantenerlo en movimiento, este hecho parece contradecir las dos primeras leyes de Newton (una vez en movimiento debería continuar a menos que hiciese otra fuerza para frenarlo y si hago fuerza debería provocarle una aceleración) pero no es así, lo que ocurre es que no hemos tenido en cuenta la presencia de otra fuerza.

- Llamamos **FUERZA DE ROZAMIENTO** a aquella fuerza que se manifiesta en la superficie de contacto entre dos cuerpos siempre que uno de ellos se mueva o tienda a moverse, este rozamiento siempre se opone y dificulta el movimiento.  $F_{roz} = \mu \cdot N$

La fuerza de rozamiento depende del tipo de superficies en contacto, siendo mayor cuanto más rugosas sean, y de la interacción entre las superficies, lo que viene definido por la Normal.

**A.9** La bola de la fig. a) descansa parada sobre una superficie perfectamente horizontal y sin rozamiento. La fig. b) representa la misma bola que ha sido lanzada hacia la derecha hace un momento, sobre la misma superficie horizontal y sin rozamiento.

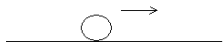

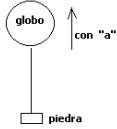
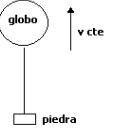
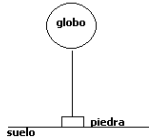
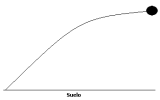
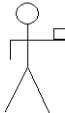
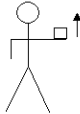
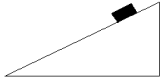
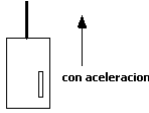
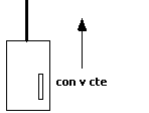
Dibuja las fuerzas que actúan sobre las bolas, y describe el tipo de movimiento de la bola b)



**A.10** Una piedra se ha lanzado verticalmente hacia arriba, esta subiendo y aún no ha llegado al punto más alto. Suponiendo que la fuerza de rozamiento con el aire es muy pequeña, despreciable, dibuja las fuerzas que están actuando sobre la piedra. Indica la clase de movimiento que tendrá.

Una vez la piedra ha llegado al punto más alto comienza a descender, dibuja las fuerzas que están actuando sobre la piedra en este caso e indica la clase de movimiento que tendrá.

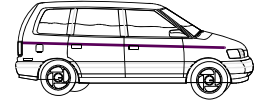
**A.11** Indica y dibuja las fuerzas que actúan sobre los objetos en los casos siguientes.

<p>a) "A" es una bola que ha sido lanzada hacia la derecha sobre una superficie horizontal sin rozamiento, y que en ese momento se está moviendo</p>	
<p>b) "A" es la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol.</p>	
<p>c) "A" es una piedra que esta atada a un globo y que asciende aceleradamente</p>	
<p>d) El mismo caso que el anterior, pero ahora el globo está ascendiendo con velocidad constante.</p>	
<p>e) "A" es una piedra que esta atada a un globo, pero que no consigue elevarlo, es decir, continua en contacto con el suelo</p>	
<p>f) "A" es una piedra que ha sido lanzada hace un momento con cierta inclinación, tal como indica la figura.</p>	
<p>g) "A" es una piedra sostenida por una persona</p>	
<p>h) "A" es una piedra que está siendo lanzada por una persona en ese instante, verticalmente hacia arriba</p>	
<p>i) "A" es un bloque que se ha dejado sobre un plano inclinado con rozamiento y esta parado</p>	
<p>j) "A" es la caja de un ascensor en el momento de arrancar hacia arriba.</p>	
<p>k) "A" es la caja del ascensor cuando sube con velocidad constante entre piso y piso.</p>	

- A.12** Un ascensor de 1000 Kg de masa se eleva con una aceleración de  $0,8 \text{ m/s}^2$ . Calcula la fuerza tensión del cable que lo sostiene. (sol. 10600 N)
- A.13** Un baúl de 10,5 kg está apoyado sobre el suelo. Si se tira de él verticalmente hacia arriba con una fuerza de 52,9 N, pero no se consigue levantar, determina el valor de la normal. (sol.  $N=50 \text{ N}$ )
- A.14** Qué fuerza he de realizar para levantar un cuerpo de 1 Kg con...
- velocidad constante
  - aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$  (sol.  $9,8 \text{ N}$  y  $11,8 \text{ N}$ )
- A.15** ¿Por qué los coches corren el riesgo de deslizarse cuando se forma hielo sobre el asfalto?
- A.16** Sobre un objeto que descansa en un plano horizontal sin rozamiento, está actuando una fuerza paralela al plano, estira de él hacia la derecha y de 100N de valor. Si el objeto tiene una masa de 20kg:
- Dibujar todas las fuerzas que actúen sobre el, indicando su valor.
  - Halla la aceleración con la que se moverá. (Sol:  $5 \text{ m/s}^2$ )
- A.17** Sobre un objeto que descansa en un plano horizontal sin rozamiento, están actuando dos fuerzas en la misma dirección y sentidos contrarios, de 45N y 15N respectivamente. La masa del cuerpo es de 60kg. Indicar, si inicialmente está parado, la dirección y sentido del movimiento. Encuentra el valor de su aceleración. (Sol:  $0,5 \text{ m/s}^2$ )
- A.18** Un objeto descansa en una superficie horizontal sin rozamiento y se estira de él hacia la derecha con una fuerza paralela a la superficie de valor 1000N, produciéndole una aceleración de  $0,2 \text{ m/s}^2$ .
- Dibuja las fuerzas que actúan sobre el objeto.
  - Calcula la masa del objeto. (Sol:  $5000 \text{ kg}$ )
- A.19** Sobre un objeto de masa 7,5kg, actúa además de la fuerza peso, otra en sentido ascendente de valor 20N.
- Dibuja las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Encuentra la resultante. (Sol:  $46,5 \text{ N}$ )
  - Calcula la aceleración con que se moverá. (Sol:  $6,2 \text{ m/s}^2$ )
- A.20** Contestar si son verdaderas o falsas las afirmaciones siguientes:
- Sobre un cuerpo pueden estar actuando dos fuerzas y estar parado.
  - Sobre un cuerpo pueden estar actuando dos fuerzas y estar en MRU
  - Sobre un cuerpo pueden estar actuando dos fuerzas y estar con movimiento acelerado.
  - La dirección del movimiento de un objeto coincide siempre con la de la fuerza resultante que actúa sobre el.
- A.21** Una sola fuerza de 30N está actuando sobre un objeto de 20kg de masa:
- ¿Qué aceleración le comunica? (Sol:  $1,5 \text{ m/s}^2$ )
  - Si la fuerza está actuando solo durante 3s, calcula la velocidad que alcanzara al cabo de esos 3s, si inicialmente estaba parado. (Sol:  $4,5 \text{ m/s}$ )

**A.22** Un coche de 800kg de masa viaja a la velocidad de 36km/h. Comienza a acelerar uniformemente y en 10s alcanza la velocidad de 90km/h. Suponiendo que no hay rozamiento de ningún tipo, y que la carretera es horizontal, calcula la aceleración del motor del coche, y la fuerza que ha hecho el motor. (Sol:  $1,5m/s^2$  ,  $1200N$ )

**A.23** Un coche de 1200kg de masa esta moviéndose por una carretera horizontal, siendo la fuerza que hace el motor hacia delante equivalente a 3200N. Si las fuerzas de rozamiento que actúan sobre el coche equivalen a 800N.



- a) Dibuja todas las fuerzas que están actuando sobre el coche, y encuentra la fuerza resultante. (Sol:  $2400N$ )  
 b) Calcular la aceleración con que se moverá. (Sol:  $2m/s^2$ )

**A.24** Si el coeficiente de rozamiento de una superficie horizontal es 0,15. Calcula qué fuerza tengo que hacer para que un cuerpo de 100 Kg se desplace sobre esa superficie:

- a) a velocidad constante (Sol:  $147 N$ )  
 b) con aceleración de  $0,6 m/s^2$  (Sol:  $207 N$ )

**A.25** Empujo un armario de 120 kg con una fuerza horizontal de 580 N. El coeficiente de rozamiento sobre la superficie es de 0,4. Calcula la aceleración que adquiere. (sol.  $0,9 m/s^2$ )

**A.26** Un automóvil de 1000 kg de masa marcha por una carretera horizontal a una velocidad de 108 km/h, frena uniformemente y para en 12 segundos. Calcula:

- a) su aceleración  
 b) la fuerza de rozamiento que lo ha detenido  
 c) el coeficiente de rozamiento del asfalto. (sol.  $-2,5 m/s$ ;  $2500 N$  y  $0,26$ )

**A.27** Un cuerpo de 20 kg de masa está en reposo sobre una superficie horizontal. Si el coeficiente de rozamiento es de 0,15. Calcula:

- a) qué fuerza debemos aplicar para que en 5 segundos alcance los 10 m/s.  
 b) la distancia que recorre en ese tiempo. (sol.  $69,4 N$  y  $25 m$ )

Hasta ahora en los problemas siempre se suponía que las fuerzas actúan durante un tiempo grande, de forma continua. Pero hay muchas situaciones en las que algunas fuerzas que actúan sobre un cuerpo lo hacen durante un breve instante, (por ejemplo en los deportes de pelota: futbol, tenis, beisbol...)

**A.28** Dada la tabla siguiente:

- a) Calcula la aceleración media que adquieren las diferentes pelotas al ser golpeadas, utilizando los datos de la velocidad y el tiempo de impacto.  
 b) Calcula el valor medio de las fuerzas que se realizan en cada caso.

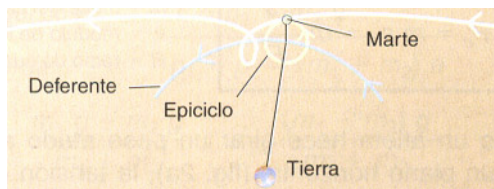
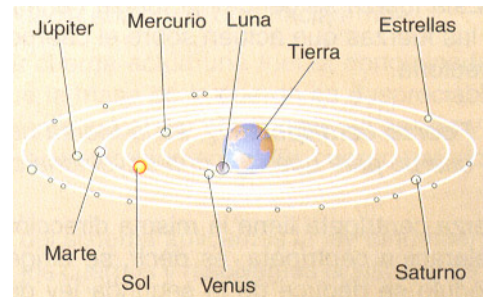
Pelota	Masa pelota (kg)	Velocidad pelota (m/s)		Tiempo de impacto (s)
		$v_0$	$v_F$	
Fútbol (patada)	0,43	0	26	$8 \cdot 10^{-3}$
Tenis (saque)	0,058	0	51	$4 \cdot 10^{-3}$
Rugby (patada)	0,42	0	28	$8 \cdot 10^{-3}$
Golf (drive)	0,047	0	69	$1,25 \cdot 10^{-3}$
Squash (saque)	0,032	0	49	$3 \cdot 10^{-3}$
Béisbol (saque)	0,15	0	39	$1,35 \cdot 10^{-3}$

Sol:  $3250m/s^2$   $12750 m/s^2$   $3500 m/s^2$   $55200 m/s^2$   $16333,3 m/s^2$   $28888,89 m/s^2$   
 $1397,5N$   $739,5N$   $1470N$   $2594,4N$   $522,67N$   $4333,3N$

## 5. La imagen del Universo a lo largo de la historia.

Hace unos 4000 años, algunas civilizaciones, como la china, la hindú, la egipcia o la babilónica, ya habían observado que los objetos celestes estaban en movimiento, e incluso habían elaborado calendarios basándose en la posición de las constelaciones en el cielo. Es evidente que diferenciaban las estrellas, que parecían fijas sobre una bóveda celeste, de los planetas, que presentaban un determinado movimiento peculiar en el firmamento. Muchos conocimientos acerca del firmamento se perdieron cuando estas civilizaciones antiguas entraron en declive.

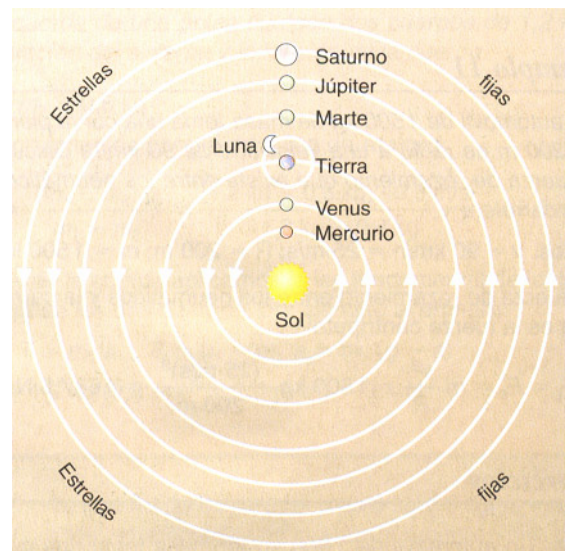
Los griegos continuaron el estudio de los astros y establecieron un modelo del universo. Este modelo, llamado *modelo geocéntrico*, suponía que la Tierra estaba inmóvil en el centro del universo y los planetas giraban alrededor de ella en esferas concéntricas, el movimiento circular de los planetas era perfecto y su naturaleza era diferente a la del resto de objetos conocidos, porque no era necesaria ninguna fuerza para mantener su movimiento, sino que su causa estaba en Dios.



El modelo geocéntrico fue aceptado durante más de catorce siglos a pesar de que, a lo largo de los años, se habían encontrado en él serios inconvenientes, que se habían ido solventando complicando el movimiento de los planetas con epiciclos (pequeños movimientos circulares menores sobre la órbita principal o deferente).

En un intervalo de dos siglos, hombres como Copérnico, Ticho Brahe, Galileo Galilei, Joanes Kepler y Newton, contribuyeron decididamente en cambiar esta visión del mundo y sustituirla por otra que ha estado vigente hasta finales del siglo XIX.

En 1543 el astrónomo polaco Nicolás Copérnico pocos meses antes de su muerte, publicó una obra que más tarde supondría una auténtica revolución científica. En ella quiso hacer comprender a la gente que los movimientos de los astros en el cielo, también podían explicarse de manera sencilla suponiendo que era el Sol, y no la Tierra, quien estaba inmóvil en el centro del universo, (*modelo heliocéntrico*) y todos los planetas, incluido la Tierra, giraban a su alrededor. La Luna, sin embargo, era un satélite que giraba alrededor de la Tierra.

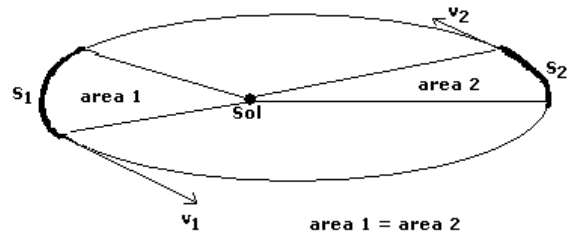


Tycho Brahe, astrónomo danés, al dar testimonio del nacimiento de una estrella (una "nova"), contribuyó a cambiar la idea de que en el cielo no se producían cambios.

Galileo Galilei (1564-1642), fiel defensor del modelo de Copernico, utilizando por primera vez un telescopio en sus observaciones del universo logró importantes descubrimientos: las irregularidades de la Luna y las manchas del Sol, (el cielo, pues, no era un mundo de perfección), los cuatro satélites en Júpiter (no todos los astros giraban alrededor de la Tierra, al menos había otro astro que también tenía otros astros girando a su alrededor) o las fases de Venus; además de descubrió las leyes que relacionan las fuerzas con los movimientos de los

cuerpos (la Dinámica). La tradición dice que fue acusado de herejía por la Inquisición y que por poco muere en la hoguera por defender el movimiento de la Tierra.

Casi simultáneamente, el extraordinario astrónomo alemán Johannes Kepler, basándose en las minuciosas observaciones astronómicas de Tycho Brahe descubrió las leyes por las cuales se mueven los planetas alrededor del Sol. Los planetas no describen orbitas circulares sino elípticas y su velocidad no es constante, sino que van mas aprisa cuanto más cerca del Sol están, tal y como dice la ley de las áreas: “los planetas barren areas iguales en tiempos iguales”, y por tanto han de ir más deprisa cuanto más cerca del Sol están.



Respecto de Newton (1642-1727) que se basó en los precisos cálculos realizados por Kepler parece haber consenso unánime en decir que ha sido el científico más grande de todas las épocas. Representa la culminación de la ciencia moderna. El mayor descubrimiento de Newton fue el de la Ley de Gravitación Universal, que al ser válida en todos los sitios y para todos los objetos, objetos de la Tierra y del cielo, dejó de lado la antigua separación que existía entre estos dos ámbitos, dejando claro que las leyes de la ciencia y la razón humana, eran herramientas muy poderosas para conocer la naturaleza. Su visión científica del mundo se ha mantenido hasta finales del Siglo XIX, cuando la mecánica cuántica (Planck, Heisenberg,...) y la mecánica relativista (Einstein) vinieron a sustituir las ideas de Newton.

Actualmente sabemos que el Sol tampoco está inmóvil, sino que gira alrededor del centro de nuestra galaxia, la Vía Láctea. Incluso que las diferentes galaxias están en movimiento, alejándose unas de otras, como resultado de la constante expansión del universo tras el Big Bang.

- A.29**
- ¿Qué observaciones condujeron al arrinconamiento de la idea de que el cielo era el mundo de la perfección y de las cosas que nunca cambian?
  - ¿Cómo se calcula el área de un triángulo y que utilidad tiene para comprender la ley de las áreas de Kepler?
  - ¿Existe algún cuerpo en el universo que esté fijo en su posición?

## **6. La fuerza gravitatoria. El peso de los cuerpos.**

En apartados anteriores ya hemos trabajado con la fuerza peso como la fuerza que aparece entre cualquier objeto con un planeta próximo, pero Newton descubrió que dicha fuerza no sólo aparece con los planetas, todos los cuerpos del Universo, todos, por el hecho de tener masa se atraen: el Sol y la Tierra; la Tierra y la Luna; la Tierra y cualquier persona que esté sobre ella; dos personas entre ellas; las mesas; una mesa y una silla, todo, todo se atrae. Por eso, esa fuerza se la llamo FUERZA GRAVITATORIA DE ATRACCIÓN UNIVERSAL.

Además descubrió que la fuerza con la que se atraen dos cuerpos, dependía del valor de sus masas ( $M_1$  y  $M_2$ ) y de la distancia ( $d$ ) que estaban separados sus centros:

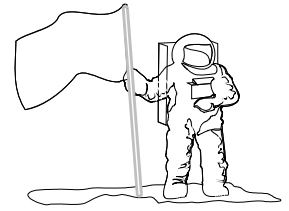
$$F = G \cdot (M_1 \cdot M_2) / d^2 \quad G: \text{cte de gravitación universal, de valor } 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

**La MASA de un objeto es la cantidad de materia que tiene, la cantidad de átomos, la cantidad de protones, neutrones y electrones que tiene.**

**El PESO de ese objeto es la fuerza con que un planeta lo atrae. El peso del objeto en la Tierra es, la fuerza con que la Tierra lo atrae, y se representa mediante un vector que tiene su origen en el centro de gravedad (cdg) del objeto y esta dirigido hacia el centro de la Tierra**

**A.30** Contesta las siguientes cuestiones:

- Una persona en la Luna ocupa el mismo volumen que en la Tierra, ¿más o menos?.....
- La unidad de volumen en el SI es.....
- Una persona en la Luna tiene la misma materia, los mismos átomos que en la Tierra, ¿más o menos?.....
- La unidad de masa en el SI es.....
- Una persona en la Luna pesa lo mismo que en la Tierra, ¿más o menos?
- La unidad de peso en el SI es.....



**A.31** ¿Qué frases, de las siguientes, son científicamente correctas?

- Mi peso es de 50 kg.
- Mi padre pesa 800 N.
- No me gustaría tener una masa de 15 kg.
- Me gustaría pesar 2 kp más de lo que peso.

**A. 32** a. ¿Es cierto que los dinamómetros sirven para medir pesos? Si colgamos un objeto en un dinamómetro aquí en la Tierra y después se lleva a la Luna, y se vuelve a colgar del dinamómetro, ¿pesa más o menos?

b. Si se coloca un objeto en una balanza y se equilibra con pesas, y después se lleva a la Luna, ¿seguirá equilibrada la balanza? ¿Las balanzas sirven para medir pesos o masas?

**A.33** Indicar si son verdaderas o falsas, las siguientes cuestiones, y haz el comentario necesario para aclarar la cuestión.

- La masa y el peso de un objeto es la misma cosa, pero hay costumbre de expresarlos en unidades diferentes.
- Un objeto en la Tierra y en la Luna tienen la misma masa.
- Un objeto en la Tierra pesa más que en la Luna porque en esta no hay atmósfera.
- Un objeto en la Luna pesa menos que en la Tierra porque la Luna atrae con menos fuerza a los objetos, que lo hace la Tierra.
- La masa de un objeto es lo que ocupa
- Un newton es aproximadamente 100 g.
- Un objeto puede tener dos pesos diferentes.
- Un objeto pesa lo mismo si está situado en el Ecuador que si está en los Polos.

Utilizaremos números o valores muy grandes o muy pequeños, por ello los expresaremos mediante potencias de diez, y es preciso poner atención en trabajar con ellos con la calculadora.

**A.34** Aplicando la fórmula de Newton de la gravitación universal, calcula la fuerza con que se atraen dos personas de 50 y 70kg respectivamente separadas una distancia de 0,5 m. (Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ) Sol:  $9,34 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

**A.35** Calcula la fuerza con la que se atraen la Tierra y la Luna. (Datos:  $M_{\text{TIERRA}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $M_{\text{LUNA}} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ;  $d_{\text{TIERRA-LUNA}} = 384.400 \text{ km}$ ) Sol:  $1,98 \cdot 10^{20} \text{ N}$

**A.36** a. Calcular la fuerza con que la Tierra atrae a una persona de 50 kg de masa situada en su superficie. (Dato:  $R_{\text{TIERRA}} = 6.378 \text{ km}$ ) Sol: a)  $490,26 \text{ N}$

b. Explica con detalle por que cuando queremos calcular el peso de una persona aquí en la Tierra, multiplicamos su masa por 9,8. Para ello, comprueba el valor de la aceleración de la gravedad en la Tierra  $g = G (M_{\text{TIERRA}}/ R_{\text{TIERRA}}^2)$

**DATOS:**  $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_{\text{tierra}}=5,98 \cdot 10^{24} \text{kg}$ ;  $R_{\text{Tierra}}=6.378 \text{km}$ . (Sol.  $9,8052 \text{ m/s}^2$ )

**A.37** ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad de la Luna? (Dato:  $M_{\text{LUNA}} = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$   
 $R_{\text{LUNA}} = 1.738 \text{ km}$ ) Sol: a)  $1,62 \text{ m/s}^2$

**A.38** Una mesa y una silla están separadas una distancia de 1 m y no observamos que se aproximen. La Luna no abandona su órbita y cae sobre la Tierra ¿Se aprecia una fuerza atractiva en estas situaciones? ¿por qué?

## Tema 7 EJERCICIOS DE REFUERZO

1. \*Dibuja las fuerzas que actúan en los siguientes casos y deduce la fuerza resultante:
  - a) una estatua fija sobre un pedestal
  - b) una mesa apoyada sobre el suelo sobre la que se ejerce una fuerza vertical hacia abajo.
  - c) Cuando sujeto un libro sobre la palma de mi mano y lo mantengo quieto.
  - d) Un montacargas lleno que asciende.
  - e) Un carro que avanza sobre la horizontal tirado por un caballo
  - f) Un cuadro sujeto a la pared mediante dos cuerdas.
  - g) Una carga que es arrastrada hacia arriba sobre un plano inclinado.
2. ¿Qué es la inercia? Describe dos ejemplos en los que se haga patente la existencia de la inercia.
3. \*Aplicamos una fuerza de 1350 N sobre un cuerpo de 150 Kg que inicialmente está en reposo. Calcula la aceleración que adquiere el cuerpo y la distancia recorrida en 2,5 s. (Sol.  $9 \text{ m/s}^2$ ;  $28,1 \text{ m}$ )
4. Una fuerza actúa sobre un cuerpo de 3 Kg y le hace aumentar la velocidad desde 1 m/s hasta 5 m/s en 3 s. Calcula el valor de la fuerza en N y en kp. (Sol.  $4 \text{ N}$ ;  $0,41 \text{ kp}$ )
5. Una bola de billar rueda por la mesa a velocidad constante hasta chocar con otra bola que estaba en reposo. En ese momento la primera bola se detiene y la segunda se pone en movimiento. Justifica estos hechos a partir de las tres leyes de Newton.
6. ¿Qué es una fuerza normal, N? ¿Cuándo aparecen?
7. \*Un baúl de 10,5 kg está apoyado sobre el suelo. Si se tira de él verticalmente hacia arriba con una fuerza de 52,9 N, determina el valor de la normal. (Sol.  $N=50 \text{ N}$ )
8. ¿Qué fuerza he de realizar para levantar un cuerpo de 1 Kg con...
  - c) velocidad constante
  - d) aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$  (Sol.  $9,8 \text{ N}$  y  $11,8 \text{ N}$ )
9. ¿Qué es una fuerza de rozamiento? Indica sus características.
10. Empujo un armario de 120 kg con una fuerza horizontal de 580 N. Si el coeficiente de rozamiento sobre la superficie es de 0,4. Calcula la aceleración que adquiere. (Sol.  $0,9 \text{ m/s}^2$ )

11. Un automóvil de 1000 kg de masa marcha por una carretera horizontal a una velocidad de 108 km/h, frena uniformemente y para en 12 segundos. Calcula:
  - c) su aceleración
  - d) la fuerza de rozamiento que lo ha detenido
  - e) el coeficiente de rozamiento del asfalto. (Sol.  $-2,5 \text{ m/s}$ ;  $2500 \text{ N}$  y  $0,26$ )
12. \* Un ascensor de 1000 Kg de masa se eleva con una aceleración de  $0,8 \text{ m/s}^2$ . Calcula la tensión del cable que lo sostiene. (Sol.  $10600 \text{ N}$ )
13. Un cuerpo de 20 kg de masa está en reposo sobre una superficie horizontal. Si el coeficiente de rozamiento es de 0,15. Calcula:
  - d) qué fuerza debemos aplicar si queremos que en 5 segundos alcance una velocidad de 10 m/s.
  - e) la distancia que recorre en ese tiempo. (Sol.  $69,4 \text{ N}$  y  $25 \text{ m}$ )
14. Enuncia la Ley de Gravitación Universal. ¿Cómo se calcula una fuerza gravitatoria?. Halla la fuerza con que se atraen dos personas de 60 kg cada una a 1m de distancia. (Sol.  $2,4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ )
15. Calcula la fuerza con que se atraen la Tierra y el Sol.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  ;  $M_{\text{tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $d_{\text{Tierra-Sol}} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ ;  $M_{\text{sol}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  (Sol.  $3,51 \cdot 10^{22} \text{ N}$ )
16. Un astronauta de 60 kg es atraído con una fuerza de 270 N cuando se encuentra a una distancia de 5000 Km del centro de un planeta, calcula la masa de este planeta. (Sol.  $1,7 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$ )
17. \*Calcular la fuerza con que Marte y el Sol se atraen.
18. \*a) ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en Marte?  
b) Sabiendo la masa que tienes, di lo que pesarias en Marte.
19. Calcula la fuerza con que se atraen dos personas de 50 y 70kg respectivamente, que están separadas una distancia de 0,5 m. (Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ) (Sol.  $9,3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ )
20. Dos cuerpos de 500 Kg y 800 Kg están separados por una distancia de 50 cm. Representa el esquema de fuerzas y calcula la fuerza gravitatoria entre ellos. (Sol.  $1,07 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ )