	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	1(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

## 1 ENERGÍA

La energía es una propiedad de los cuerpos o sistemas materiales que les permite producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos o sistemas.

### 1.1 Formas de energía

Existen diversas formas de energía:

#### Energía mecánica

- **Energía cinética:** es la que poseen los cuerpos por el hecho de estar en movimiento.
- **Energía potencial gravitatoria:** es la que poseen los cuerpos por el hecho de estar a una determinada altura respecto a la superficie de la Tierra.
- **Energía potencial elástica:** es la que poseen los cuerpos elásticos que sufren una deformación.

#### Energía térmica

Es la energía que se transfiere entre dos cuerpos que están a diferente temperatura.

#### Energía química

Se pone de manifiesto en las reacciones químicas.

#### Energía radiante

Los cuerpos calientes irradian energía en forma de luz y calor (por ejemplo el Sol). Son radiaciones electromagnéticas entre las que se encuentran la luz solar, los rayos X, los rayos ultravioletas, los rayos gamma, microondas, etc.

#### Energía eléctrica

Es la energía relacionada con las corrientes eléctricas.

#### Energía nuclear

Es la energía liberada en las reacciones nucleares (por ejemplo en la fisión o en la fusión nuclear)

### 1.2 Características de la energía

Las principales son:

- La energía puede transferirse de unos cuerpos a otros.
- La energía puede ser almacenada y transportada.
- La energía se conserva.
- La energía se degrada en cada transformación. Esto quiere decir que una parte de la energía se hace menos útil para un uso posterior.

## 2 ENERGÍA MECÁNICA

Se denomina **energía mecánica** de un cuerpo a la que tiene en virtud de su velocidad o de su posición, magnitudes que definen el estado mecánico de un cuerpo.


La **energía mecánica** (EM) puede ser **energía cinética** (EC), **energía potencial** (EP) o suma de ambas:

$$EM = EC + EP$$

La unidad de energía en el Sistema Internacional de Unidades es el **Julio, J**.

### 2.1 Energía cinética

Es la energía debida al movimiento de los cuerpos. Depende de las siguientes variables: la velocidad y la masa.

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	2(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

La energía cinética de un cuerpo de masa “m” y velocidad “v” es siempre una cantidad positiva que se expresa como:

$$EC = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

**Ejemplo 1** Una persona de 65 kg se mueve con velocidad de 2 m/s. Calcula su energía cinética:

**Ejemplo 2** Un camión de 6 toneladas circula a 55 km/h. Acelera y aumenta su velocidad a 75 km/h. Calcula el incremento de la energía cinética ( $\Delta EC$ )

**Ejercicio 1** Una persona de 60 kg se mueve con velocidad de 6 km/h. Calcula su energía cinética.

**Ejercicio 2** Un coche de 2000 kg tiene una energía cinética de 300 KJ. Calcula su velocidad en km/h.

**Ejercicio 3** Un coche de 2600 kg circula a 45 km/h, acelera y logra una velocidad de 70 km/h. Calcula: a) La energía cinética inicial; b) la energía cinética final; c) el incremento de energía cinética.

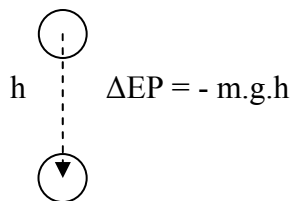
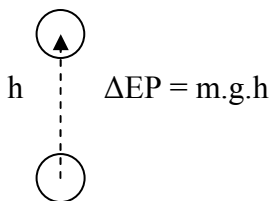
**Ejercicio 4** Indica en que caso la energía cinética es mayor: a) una bala de 20 gramos que viaja a una velocidad de 250 m/s; b) un hombre de 78 kg que corre con una velocidad de 6 km/h; c) un coche de 2500 kg que circula a 60 km/h

## 2.2 Energía potencial gravitatoria

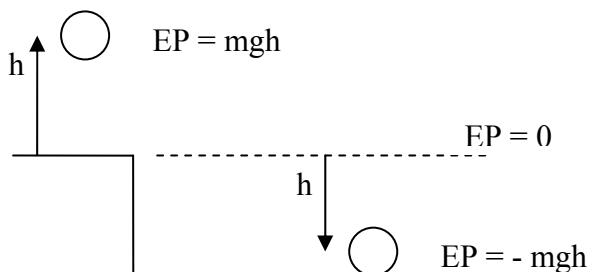
La energía que tienen los cuerpos según su altura respecto a la Tierra se llama energía potencial gravitatoria y depende del peso del cuerpo y de la altura sobre la superficie terrestre.

El valor de la energía potencial gravitatoria de un cuerpo en una posición determinada no está definido. Solo los incrementos de la energía potencial ( $\Delta EP$ ) están definidos y tienen sentido físico.

- Un cuerpo de masa “m” que se aleja de la superficie terrestre en una cantidad “h” incrementa su energía potencial:  $\Delta EP = m \cdot g \cdot h$
- Un cuerpo de masa “m” que se acerca a la superficie terrestre en una cantidad “h” disminuye su energía potencial:  $\Delta EP = - m \cdot g \cdot h$



Para determinar los valores que toma la energía potencial en un punto concreto se toma un origen arbitrario para la energía potencial gravitatoria ( $EP = 0$ ). Lo normal es tomar la referencia en el suelo, es decir, asignar el valor cero a la energía potencial gravitatoria cuando el cuerpo se encuentra en el suelo.



- Un cuerpo de masa “m” que eleva su altura una distancia “h” respecto al origen arbitrario tiene una energía potencial :  $EP = m \cdot g \cdot h$
- Un cuerpo de masa “m” que desciende una distancia “h” respecto al origen arbitrario tiene una energía potencial:  $EP = - m \cdot g \cdot h$



**Ejemplo 3** Una grúa eleva una carga de 120 kg desde el suelo. ¿A qué altura la debe subir para que adquiriera una energía potencial de  $1 \cdot 10^5$  J?

**Ejemplo 4** Un cuerpo de 800 gramos se deja caer desde una altura de 55 metros. Calcula el incremento de la energía potencial al llegar al suelo.

**Ejemplo 5** Calcula la energía mecánica de un pájaro de 300 gramos que vuela a 4 m/s a una altura de 90 metros respecto a l suelo.

**Ejercicio 5** Calcula la energía mecánica de un cuerpo de 60 gramos que se encuentra a 22 metros de altura respecto al suelo y que tiene una velocidad de 12 m/s.

**Ejercicio 6** Un pájaro de 200 gramos vuela a una altura de 95 metros. Si tiene una energía mecánica de 200 J, calcula su velocidad.

**Ejercicio 7** Indica en que caso la energía potencial es mayor: a) un pájaro de 2´4 kg que vuela a una altura de 350 metros, b) un helicóptero de 12 toneladas que vuela a una altura de 50 metros, c) una antena parabólica de 22 kg que se encuentra en la azotea de un edificio a una altura de 60 metros

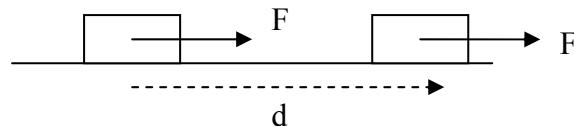
### 3 TRABAJO

El trabajo mecánico es un método de transferir energía entre los cuerpos donde intervienen fuerzas y se producen desplazamientos. Se representa por la letra **W** y su unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el **Julio**.

En el caso de fuerzas constantes se pueden distinguir los siguientes casos:

- Una fuerza en la misma dirección y sentido que el desplazamiento del cuerpo.

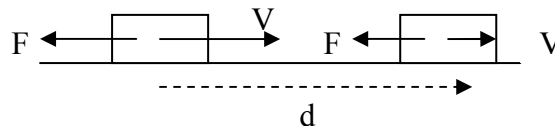
$$W = F \cdot d$$



El trabajo positivo,  $W = F \cdot d$ , es la energía suministrada por la fuerza F al cuerpo.

- Una fuerza en la misma dirección y sentido contrario que el movimiento.

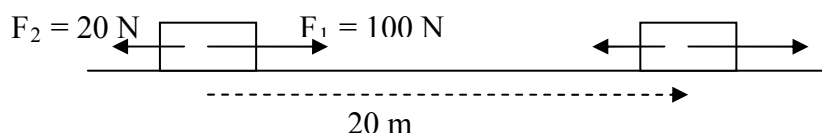
$$W = - F \cdot d$$




El trabajo negativo,  $W = - F \cdot d$ , representa la energía que la fuerza F le quita al cuerpo.

- Una fuerza perpendicular al desplazamiento:  $W = 0$

**Ejemplo 6** Un cuerpo de 4 kg se desplaza 20 metros bajo la acción de dos fuerzas (ver dibujo). Calcula el trabajo realizado por cada fuerza y la variación de energía del cuerpo.



	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	4(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

**Ejemplo 7** Un coche de 2200 kg se desplaza a 65 km/h y se detiene en 6 segundos. Calcula el trabajo total realizado

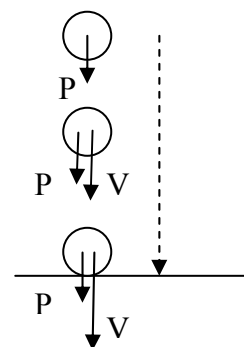
### 3.1 Teorema de la energía cinética

El trabajo total realizado por las fuerzas que actúan sobre un cuerpo varía su energía cinética:

$$W = \Delta EC$$

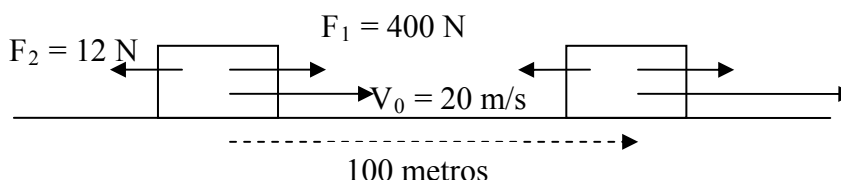
**Ejemplo 8** Un cuerpo de 4 kg situado sobre una superficie horizontal recorre 20 metros bajo la acción de una fuerza de 60 N paralela al plano. Calcula la velocidad final suponiendo que parte del reposo.

**Ejemplo 9** Un cuerpo de 2 kg se deja caer desde una altura de 45 metros. Calcula la velocidad cuando llega al suelo.

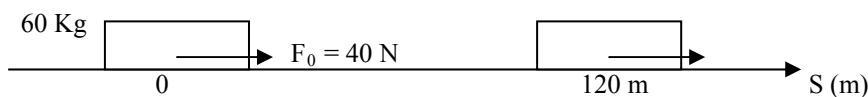


**Ejemplo 10** Un cuerpo de 800 gramos se lanza desde el suelo con una velocidad inicial vertical de 20 m/s. Calcula la altura máxima y el incremento de energía potencial en ese punto.

**Ejercicio 8** Un cuerpo de 6 kg está sometido a la acción de dos fuerzas (ver dibujo). Calcula la velocidad final.




**Ejercicio 9** Calcula el trabajo realizado por la fuerza  $F_0$  y la velocidad final del cuerpo.



**Ejercicio 10** Se lanza verticalmente desde el suelo un cuerpo de 1 Kg con una velocidad inicial de 100 m/s. Calcula: a) Energía mecánica inicial; b) Altura máxima alcanzada; c) Trabajo realizado por el peso en la subida y en la bajada

**Ejercicio 11** Un coche de 3100 Kg viaja por la carretera a la velocidad de 70 Km/h. Frena y se detiene tras recorrer 190 m. Calcula el incremento de energía cinética, la fuerza resultante y la aceleración.

**Ejercicio 12** Un coche de 2000 kg de masa va a una velocidad de 90 km/h ¿Qué trabajo han de realizar los frenos para reducir su velocidad a 60 km/h?

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	5(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

### 3.2 Trabajo y energía potencial

Cuando el trabajo realizado por una fuerza no depende de la trayectoria y depende solo del punto inicial y del punto final, se dice que la **fuerza es conservativa**. Puesto que el trabajo es una forma de intercambiar energía entre los cuerpos, para las fuerzas conservativas se define una **energía potencial asociada**, que tome un valor en cada punto, de manera que se cumpla:

$$W_{\text{Fuerza conservativa}} = - \Delta EP$$

La fuerza gravitatoria, el **peso**, es una fuerza conservativa, tiene, por tanto, una energía potencial asociada, la energía potencial gravitatoria, y se cumple:

$$W_P = - \Delta EP$$

Cuando un cuerpo de masa “m” cae una distancia “h”, el trabajo realizado por la fuerza peso es positivo,  $W_P = P \cdot h = mg \cdot h$ , y se produce un incremento negativo de la energía potencial,  $\Delta EP = - mgh$

Por el contrario, cuando un cuerpo asciende una distancia “h”, el trabajo realizado por la fuerza peso es negativo,  $W_P = - P \cdot h = - mg \cdot h$ , y se produce un incremento positivo de la energía potencial,  $\Delta EP = mgh$

### 4 CONSERVACIÓN Y DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

Si las únicas fuerzas que realizan trabajo sobre un cuerpo son fuerzas conservativas (como el peso), su energía mecánica se mantiene constante:  $\Delta EM = 0$

Se puede demostrar matemáticamente:

$$W_T = \Delta EC \text{ y } W_P = - \Delta EP$$

Si la única fuerza que realiza trabajo es el peso se cumple:

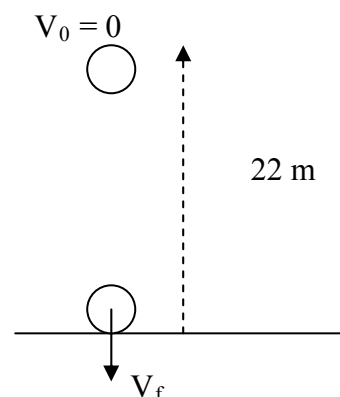
$$W_T = W_P \rightarrow \Delta EC = - \Delta EP \rightarrow \Delta EC + \Delta EP = 0 \rightarrow \Delta (EC + EP) = 0 \rightarrow \Delta EM = 0$$

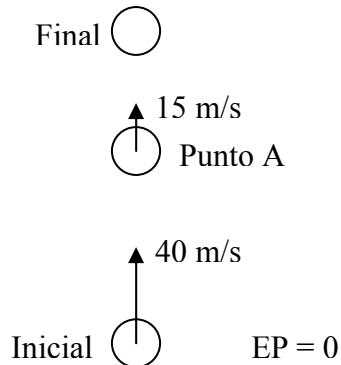
Si el incremento de la energía mecánica es cero, la energía mecánica se conserva.

**Ejemplo 11** Un niño lanza una pelota verticalmente y hacia arriba. Describe las transformaciones de energía que tienen lugar desde que la pelota es lanzada hasta que regresa al mismo punto.

**Ejemplo 12** Un niño lanza una pelota verticalmente y hacia arriba. La pelota vuelve a caer hasta que llega al suelo y rebota. Tras rebotar la pelota vuelve a subir hasta alcanzar una altura menor que la que tenía inicialmente. Explica las transformaciones de energía en este caso.

**Ejemplo 13** Un cuerpo de 4 kg se deja caer desde una altura de 22 metros. Calcula la velocidad cuando llega al suelo.





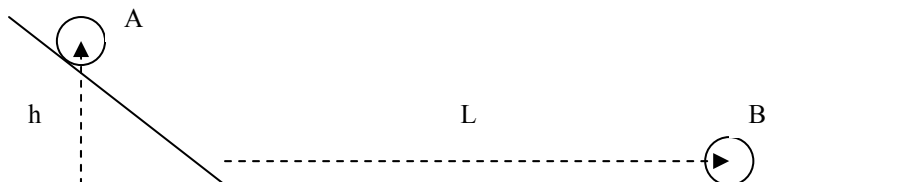
**Ejemplo 14** Un cuerpo de 2 kg se lanza verticalmente desde el suelo con una velocidad inicial de 40 m/s. Calcula: a) La altura máxima; b) la altura cuando la velocidad vale 15 m/s

**Ejercicio 13** Un cuerpo de 500 g se deja caer desde una altura de 30 m. Calcula: a) Energía Mecánica; b) Velocidad al llegar al suelo; c) Incremento de energía potencial.

**Ejercicio 14** Un cuerpo de 45 g se lanza verticalmente desde una altura de 40 metros con una velocidad inicial de 12 m/s. Calcula: a) Energía Mecánica; b) Altura máxima; c) Velocidad cuando llega al suelo.

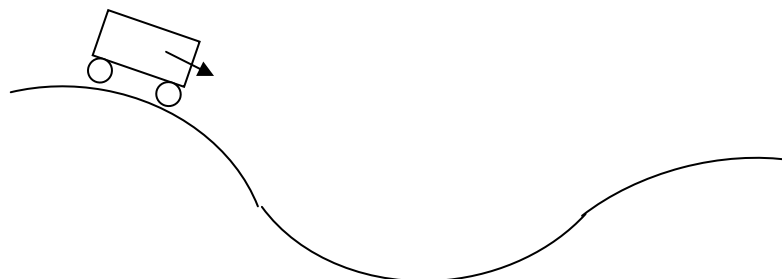
**Ejercicio 15** Un cuerpo de 2 kg se deja caer desde una altura de 65 metros. Calcula, cuando se encuentra a 20 metros del suelo, la velocidad y el incremento de energía cinética.

**Ejercicio 16** Se deja caer una pelota desde la parte superior de un plano inclinado (punto A). La pelota rueda por el plano inclinado y se detiene tras recorrer unos metros en la parte horizontal (punto B). Explica los cambios que experimentan la energía cinética y la energía potencial.



**Ejercicio 17** La gravedad en la superficie de la Luna vale aproximadamente  $2 \text{ m/s}^2$ . Supongamos que un astronauta lanza verticalmente y hacia arriba una piedra de 120 gramos desde la superficie de la Luna. Calcula la energía cinética inicial y la altura máxima alcanzada por la piedra. Compara los resultados con los que se obtienen si la piedra se lanza desde la superficie de la Tierra.

**Ejercicio 18** En el punto más alto de una montaña rusa situado a 20 metros del suelo un vagón de 450 kg lleva una velocidad de 22 km/h. Suponiendo que se conserva la energía: a) calcula la velocidad del vagón cuando se encuentra a 8 metros del suelo; b) ¿qué altura máxima podrá alcanzar el vagón?





#### 4.1 Variación de energía mecánica

La energía mecánica no se conserva cuando realizan trabajo fuerzas que no son conservativas: fuerzas de rozamiento, fuerzas externas, ... Si existen fuerzas de rozamiento, parte de la energía se degrada en forma de calor y la energía mecánica no se conserva.

Dividimos el trabajo total en el trabajo realizado por las fuerzas conservativas ( $W_p$ ) y el trabajo realizado por el resto de fuerzas no conservativas ( $W_{Fnc}$ ):  $W_T = W_p + W_{Fnc}$   
Sustituimos  $W_T = \Delta EC$  y  $W_p = -\Delta EP$  y queda:

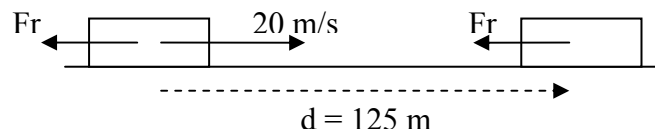
$$W_T = W_p + W_{Fnc} \rightarrow \Delta EC = -\Delta EP + W_{Fnc}$$
$$\Delta EC + \Delta EP = W_{Fnc} \rightarrow \Delta EM = W_{Fnc}$$

En general, y exceptuando la fuerza peso que es conservativa:

- Las fuerzas que actúan en la dirección y sentido del movimiento producen un incremento de la energía mecánica:  $\Delta EM = W = F \cdot d > 0$
- Las fuerzas que se oponen al movimiento (como las fuerzas de rozamiento), producen una disminución de la energía mecánica:  $\Delta EM = W = -F \cdot d < 0$

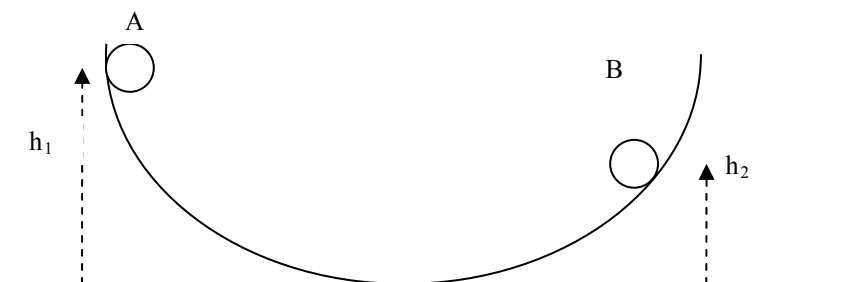
**Ejemplo 15** Se arrastra un cuerpo de 20 kg 50 metros por una superficie horizontal aplicando una fuerza de 1000 N. Suponiendo que actúan una fuerza de rozamiento de 100 N, calcula la velocidad final.

**Ejemplo 16** Un cuerpo de 3 kg desliza por una superficie horizontal. El cuerpo tiene una velocidad inicial de 20 m/s y se detiene tras recorrer 125 metros. Calcula la Fuerza de rozamiento.

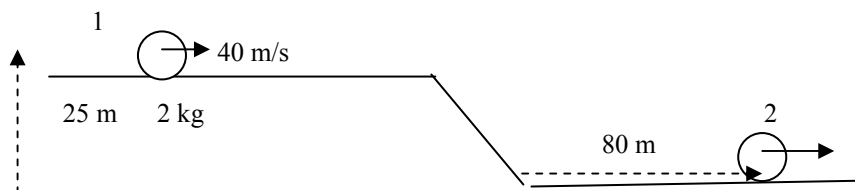


**Ejemplo 17** Un cuerpo de 4 kg se deja caer por un plano inclinado desde una altura de 12 metros. El cuerpo pierde el 20% de la energía por culpa de las fuerzas de rozamiento. Calcula la velocidad final.

**Ejemplo 18** Una pelota se deja caer en el punto A y llega hasta el punto B. Describe las transformaciones de energía.



**Ejercicio 19** Calcula la velocidad en el punto 2 suponiendo: a) que no hay fuerzas de rozamiento; b) que se pierde el 10 % de la energía por las fuerzas de rozamiento; c) que en la parte inferior actúa una fuerza de rozamiento de 4 N

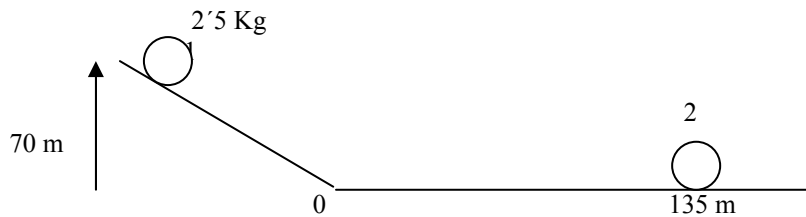




**Ejercicio 20** A un cuerpo de 50 kg que está sobre el suelo en reposo se le aplica una fuerza constante de 150 N. Si la fuerza de rozamiento con la mesa es de 25 N. ¿Cuál será su velocidad cuando ha recorrido 22 m?

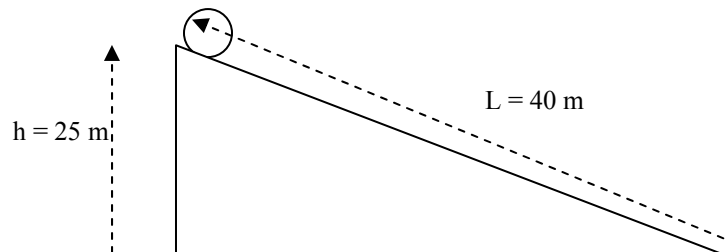
**Ejercicio 21** Un cuerpo de 450 g se deja caer por un plano inclinado desde una altura inicial de 45 m. Cuando llega al suelo tiene una velocidad de 22 m/s. Calcula la fuerza de rozamiento sabiendo que el cuerpo recorre 55 m sobre el plano inclinado.

**Ejercicio 22** Un cuerpo se deja caer en el punto 1, recorre un tramo horizontal con rozamiento y se para en el punto 2 (ver dibujo). Calcula la fuerza de rozamiento.



**Ejercicio 23** Un objeto de 8 kg se deja caer por un plano inclinado como el de la figura.

- ¿Qué velocidad lleva en el punto más bajo?
- Si cuando dejamos caer el objeto hay una fuerza de rozamiento de 4 N, ¿qué velocidad llevará en el punto más bajo en esta nueva situación?



## 5 TRABAJO Y POTENCIA

La potencia media es el trabajo realizado por unidad de tiempo. Es una medida de la rapidez con la que el sistema transforma energía:  $P = E/t$

En el SI la unidad de potencia es el Julio/segundo, denominado **watio**, **W**:  $1 W = 1 J/s$

Otras unidades muy utilizadas son el Kw y el caballo de vapor ( $1 cv = 735 w$ )


**Ejemplo 19** Un motor eléctrico se utiliza para sacar agua de un pozo de 80 metros de profundidad a razón de 500 litros de agua por minuto. Calcula la potencia del motor eléctrico

**Ejemplo 20** Calcula la potencia de un atleta que levanta una pesa de 110 kg desde el suelo hasta una altura de 2,2 metros en 2,2 segundos.

**Ejercicio 24** Una grúa eleva 900 Kg de hierro a una altura de 55 m en 2 minutos. ¿Qué potencia desarrolla?

**Ejercicio 25** ¿Qué tiempo tarda un ascensor en subir 340 kg a 22 m de altura si es capaz de desarrollar una potencia de 3,5 kw?

**Ejercicio 26** ¿Qué energía consume una bombilla de 60 W en dos horas?

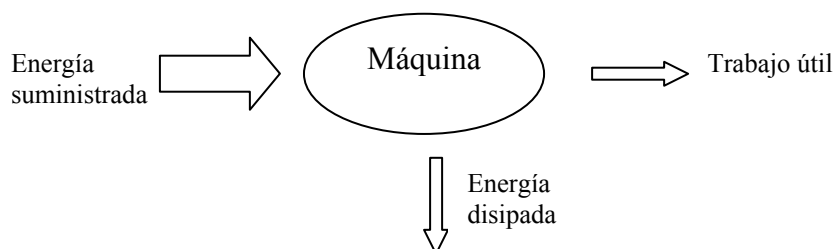
	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	9(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

**Ejercicio 27** Una grúa eleva una carga de 250 kg desde el suelo a una altura de 22 metros a una velocidad constante de 1'5 m/s. Calcula: a) el incremento de energía de la carga, b) la potencia de la grúa.

## 6 EL RENDIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

Las máquinas son dispositivos que transforman la energía suministrada en trabajo útil.

Parte de la energía suministrada se pierde por culpa de las fuerzas de rozamiento. En este caso parte de la energía se disipa en forma de calor. Podemos representar la situación real con un esquema:



El **rendimiento** de una máquina (R) es el cociente entre el trabajo útil y la energía suministrada

$$R = \frac{\text{Trabajo útil}}{\text{Energía suministrada}}$$

El rendimiento de una máquina es siempre menor que 1 y suele expresarse en porcentaje.

**Ejemplo 21** El motor de una grúa ha consumido 48 KJ para subir una carga de 220 kg hasta una altura de 22 metros. Calcula el rendimiento de la grúa.

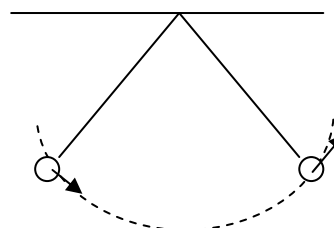
**Ejercicio 28** Una grúa tiene un rendimiento del 55 %. Calcula que energía necesita consumir para subir una carga de 180 kg hasta una altura de 30 metros.


**Ejercicio 29** Un coche de 2500 kg acelera de 0 a 110 km/h en 11 segundos. Calcula: a) la variación de energía del coche, b) el trabajo útil realizado por el motor, c) la energía consumida en el motor del coche supuesto un rendimiento del 40%.

**Ejercicio 30** El motor de una grúa lleva un indicador de 6 KW y tarda 18 segundos en elevar una carga de 275 kg a una altura de 15 metros. Calcula: a) el incremento de energía de la carga, b) el trabajo útil de la grúa, c) la energía que consume, d) su rendimiento, e) la energía disipada en forma de calor

## 7 VIBRACIÓN Y ONDAS

Una partícula realiza un movimiento vibratorio cuando realiza una oscilación alrededor del punto de equilibrio. Un ejemplo de movimiento vibratorio lo constituye la oscilación de un péndulo simple.



	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	10(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

Las partículas que vibran en un medio material pueden transmitir su vibración a las partículas de su alrededor. Una onda o movimiento ondulatorio es la propagación de un movimiento vibratorio por un medio material. Por ejemplo, si se deja caer una piedra en un estanque se genera un movimiento ondulatorio.

En un movimiento ondulatorio se trasmite energía sin transporte de materia.

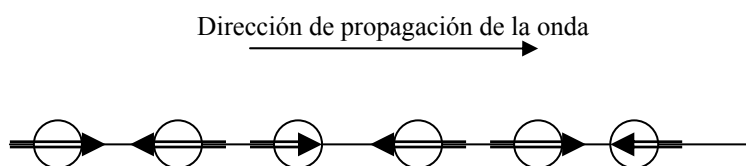
### 7.1 Tipos de ondas

**Según el medio de propagación:**

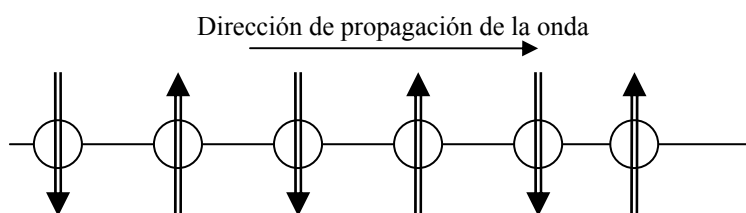
- **Ondas mecánicas:** son aquellas que necesitan un medio material para propagarse. Por ejemplo: el sonido, las olas del mar, las ondas que se propagan por un muelle, por una cuerda, etc.
- **Ondas electromagnéticas:** son aquellas que no necesitan un medio material para propagarse. Por ejemplo: la luz del Sol, las ondas de radio, los rayos X, etc.

**Según la dirección de propagación:**

- **Ondas longitudinales:** son aquellas en las que la dirección de propagación de las ondas coincide con la dirección de vibración de las partículas individuales. Por ejemplo: el sonido



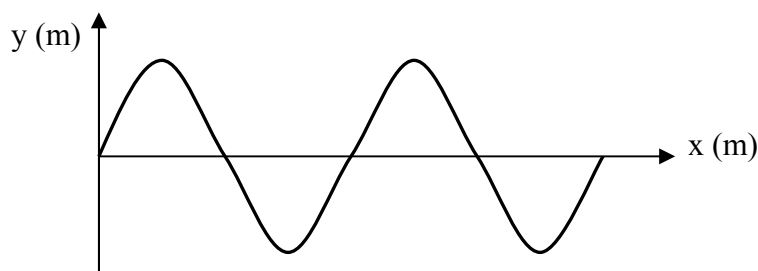
- **Ondas transversales:** son aquellas en las que la dirección de propagación de las ondas es perpendicular a la dirección de vibración de las partículas individuales.



Con un muelle de gran longitud podemos obtener los dos tipos de ondas.

### 7.2 Características de las ondas

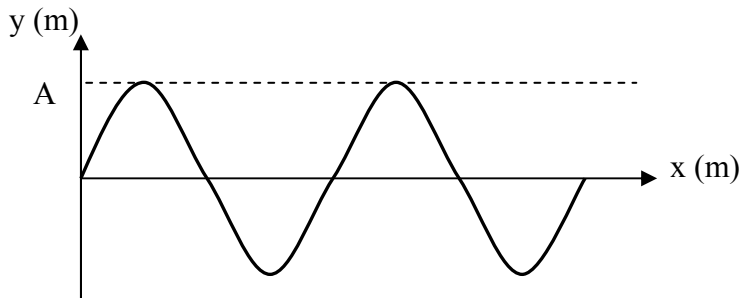
Si se mueve el extremo de una cuerda horizontal arriba y abajo obtenemos un movimiento ondulatorio que se propaga por la cuerda. Veamos las características de la onda generada.





### Amplitud (A)

Llamamos amplitud a la máxima distancia que se separa cada partícula de su posición de equilibrio. En el SI se mide en metros.



### Período (T)

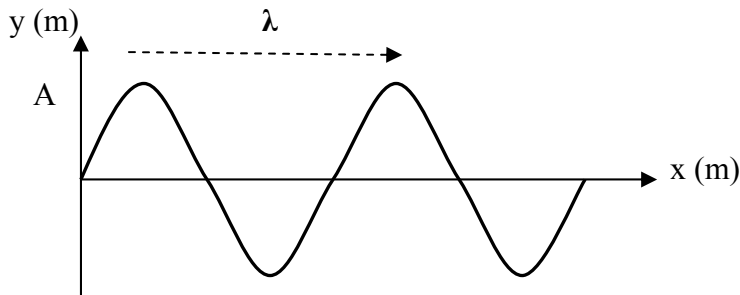
Es el tiempo que tarda cada partícula individual en describir una oscilación completa. En el SI se mide en segundos.

### Frecuencia (f)

Es el número de oscilaciones completas que realiza cada partícula en un segundo. En el SI se mide en hercio (Hz). La frecuencia es la inversa del período:  $f = 1/T$

### Longitud de onda ( $\lambda$ )

Es la distancia que separa dos puntos de la onda que se encuentran en el mismo estado de vibración. En el SI se mide en metros.



### Velocidad de propagación (V)

Indica la distancia recorrida por unidad de tiempo. En el SI se mide en m/s y se puede obtener dividiendo

la longitud de onda por el período:  $V = \frac{\lambda}{T}$

Cuando una onda pasa de un medio de propagación a otro distinto cambia su velocidad de propagación y su longitud de onda pero no su período y su frecuencia que dependen del foco emisor de ondas.

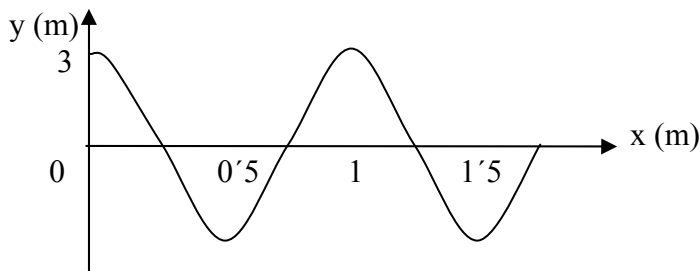
**Ejemplo 22** A lo largo de un muelle se producen ondas de frecuencia 20 Hz que viajan a una velocidad de 3'5 m/s. Calcula la longitud de onda y el período del movimiento.

**Ejemplo 23** Un movimiento ondulatorio tiene una amplitud de 15 cm, una longitud de onda de 20 cm y una frecuencia de 0'5 Hz.: a) Dibuja un esquema de la onda, b) calcula la velocidad de propagación

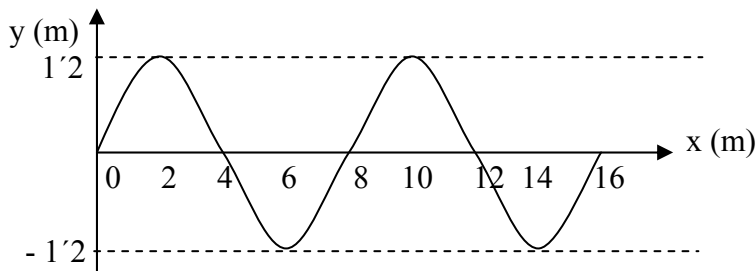
**Ejercicio 31** Una onda se mueve a lo largo de una cuerda con velocidad de 12 m/s y longitud de onda de 90 cm. Calcula frecuencia y período



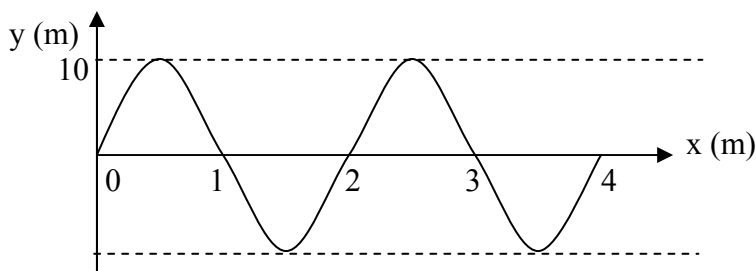
**Ejemplo 24** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal de frecuencia 0'25 Hz. En la figura se muestra la onda en el instante inicial. a) Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período. b) Dibuja la onda en el instante  $t = 2$  segundos



**Ejercicio 32** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica de frecuencia 1'5 Hz. a) Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período; b) Halla su velocidad de propagación.



**Ejercicio 33** La figura representa una onda transversal de frecuencia 0'5 Hz en el instante inicial ( $t = 0$ ). Dibuja la onda en el instante  $t = 3$  segundos.




**Ejercicio 34** Dibuja dos ondas que tengan: a) la misma amplitud y la misma longitud de onda, b) la misma amplitud y distinta longitud de onda, c) distinta amplitud y la misma longitud de onda

**Ejercicio 35** Un movimiento ondulatorio tiene una amplitud de 3 metros, una longitud de onda de 1'5 metros y una frecuencia de 0'25 Hz.: a) Dibuja un esquema de la onda, b) calcula la velocidad de propagación

### 7.3 El sonido

El sonido es un movimiento ondulatorio mecánico longitudinal. Se genera por la vibración de un foco emisor que transmite su vibración a las partículas próximas. Por ejemplo cuando se golpea un diapasón vibra y dichas vibraciones se transmiten por el aire. La vibración del diapasón genera compresiones y dilataciones del aire que se transmiten a las moléculas próximas. Cuando dichas vibraciones llegan al oído se genera una señal que llega al cerebro que las interpreta como sonidos.

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	13(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

La velocidad de propagación del sonido depende de la proximidad de las partículas del medio. Por tanto es mayor en los sólidos y en los líquidos y menor en los gases. En el aire la velocidad de propagación del sonido es de 350 m/s y en los metales puede llegar a los 5100 m/s del aluminio.

### Las características del sonido

**El tono:** es una propiedad del sonido que permite diferenciar los sonidos graves (de menor frecuencia) de los agudos (de mayor frecuencia).

**La intensidad:** es una propiedad relacionada con la cantidad de energía que transmite y está relacionada con la amplitud. Los sonidos se clasifican en fuertes (de mayor intensidad) y débiles (de menor intensidad).

**El timbre:** es una propiedad relacionada con la forma de la onda y permite al oído distinguir sonidos que tengan la misma intensidad y frecuencia.

### 7.4 La luz

Las ondas luminosas son ondas electromagnéticas transversales.

La velocidad de propagación de la luz en el aire es mucho mayor que la velocidad de propagación del sonido:

$$V_{\text{luz}} = 300.000 \text{ km/s} \quad V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$$

### El color

El color es una sensación causada en la retina por las ondas luminosas. La luz del sol está formada por una mezcla de luces de diferentes colores: rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta. El color de la luz depende de la frecuencia.

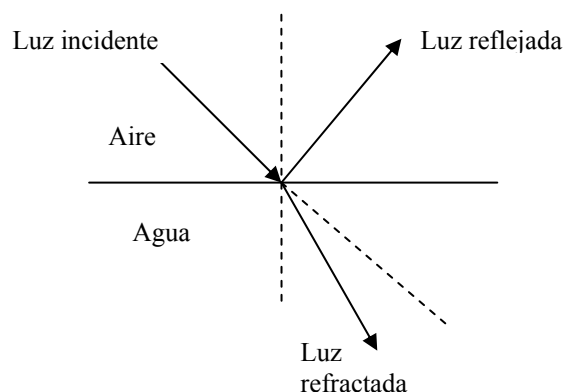
El color de los objetos que percibe el ojo depende de la luz que reflejan y no absorben. Por ejemplo, un tomate que recibe la luz del sol absorbe todos los colores excepto el rojo que es el que refleja y llega a nuestros ojos.

### 7.5 Fenómenos ondulatorios


#### Reflexión y refracción

Cuando una onda incide sobre la superficie de separación de dos medios una parte de la onda se refleja y vuelve por el mismo medio y otra parte de la onda se refracta y se desvía al propagarse en el segundo medio.

Por ejemplo, cuando un rayo de luz que viaja por el aire incide sobre el agua una parte de la luz se refleja y otra se refracta. Observa que el rayo refractado se aproxima, al desviarse, a la línea perpendicular a la separación de los dos medios.



La velocidad de la luz en el agua es menor que en el aire y por esto se produce la desviación de la luz.

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	14(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

### Los espejismos

Cuando viajamos en coche en verano es fácil ver espejismos en la carretera. Por ejemplo falsos charcos de agua. Los espejismos se producen al desviarse los rayos de sol en las proximidades de la carretera por las altas temperaturas que alcanza el asfalto en verano.

### Eco y reverberación

#### Eco

Supongamos que nos colocamos frente a una pared y damos una palmada. El sonido de la palmada llega a la pared, rebota y regresa a nosotros. Por tanto, a nuestros oídos llegan dos palmadas: la inicial y la reflejada en la pared. En circunstancias normales no se perciben dos sonidos diferentes pero si nos alejamos lo suficiente de la pared (unos 17 metros) podremos escuchar la palmada reflejada (el eco).

Para que el oído distinga las dos palmadas es necesario que lleguen separadas, como mínimo, 0'1 segundos. Por este motivo tenemos que alejarnos de la pared, para que el sonido de la palmada reflejada tarde más tiempo en llegar al oído.

#### Reverberación

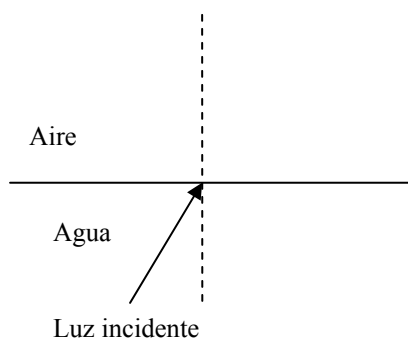
Si damos palmadas en una habitación vacía el sonido parece alargarse. Este fenómeno es la reverberación. El sonido en la habitación vacía, en ausencia de obstáculos, rebota en las paredes y tarda más tiempo en absorberse.

**Ejemplo 25** Para determinar la profundidad de un pozo dejamos caer una moneda desde el borde del pozo y medimos el tiempo que tardamos en percibir el sonido que hace la moneda al golpear el agua. Suponiendo que tardamos 0'3 segundos en percibir el sonido calcula la profundidad del pozo. Dato:  $V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$


**Ejercicio 36** Indica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: a) las ondas mecánicas necesitan un medio para propagarse, b) el sonido viaja más rápido en el aire que en el agua, c) un objeto amarillo absorbe todos los colores menos el amarillo

**Ejercicio 37** Un rayo de luz que viaja por el aire pasa a viajar por un cristal. Indica cuáles de las siguientes características de la luz no cambian al pasar del aire al cristal: a) frecuencia, b) período, c) velocidad de propagación, d) color

**Ejercicio 38** Un foco luminoso colocado en el fondo de una piscina emite un rayo de luz azul que incide sobre la superficie del agua (ver dibujo). Dibuja los rayos reflejados y refractados. ¿Qué cambiaría si el rayo fuera de color verde?



**Ejercicio 39** Los perros pueden percibir sonidos muy agudos de frecuencia 100.000 Hz. Calcula el período y la longitud de onda de ese sonido. Dato:  $V_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$

	<b>FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO</b> <b>Apuntes: Energía Mecánica y Ondas</b>	15(20)
	<b>Autor: Manuel Díaz Escalera (<a href="http://www.fgdiazescalera.com">http://www.fgdiazescalera.com</a>)</b> <b>Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)</b>	

**Ejercicio 40** Indica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: a) Al reflejarse una onda cambia su velocidad de propagación, b) si se duplica la frecuencia de una onda el período se reduce a la mitad y c) el eco puede producirse en el interior de una catedral

### Ejercicios para trabajar en casa

#### Energía cinética y potencial

**Ejercicio 1** ¿Qué energía cinética tiene un coche de 450 Kg de masa que circula a 100 km/h?

**Ejercicio 2** ¿Cuál es la energía potencial de un hombre de 76 kg que se encuentra a 65 m de altura?

**Ejercicio 3** Una grúa eleva una carga de 350 kg. ¿A qué altura la debe subir para que adquiera una energía potencial de 200000 J?

**Ejercicio 4** Una mujer de 58 kg corre a 7 m/s. ¿A qué altura sobre el suelo su energía potencial es igual a su energía cinética?

#### Ejercicio 5

a) Halla la masa de un coche que va por una autopista a una velocidad constante de 108 km/h, sabiendo que su energía a dicha velocidad es 675 kJ.

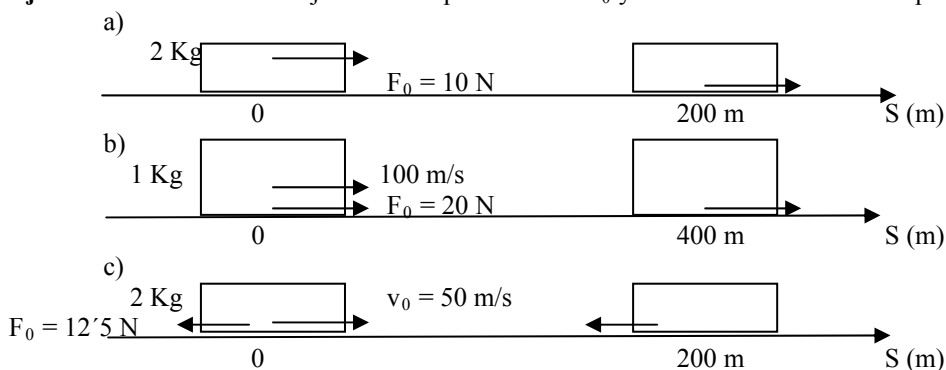
b) Si su velocidad aumenta a 118,8 km/h. Calcula la variación de energía cinética que ha experimentado.

c) En un momento su energía cinética disminuye a 468,75 kJ, ¿qué velocidad lleva en dicho momento?

**Ejercicio 6** En un determinado momento un águila vuela a una altura de 80 metros con una velocidad de 32,4 km/h. Si en dicho momento tiene una energía mecánica de 3298 J, ¿cuál es su masa?

#### Trabajo y energía

**Ejercicio 7** Calcula el trabajo realizado por la fuerza  $F_0$  y la velocidad final del cuerpo.



**Ejercicio 8** Un cuerpo de 2 Kg se deja caer desde una altura de 1000 m. Calcula: a) Energía Mecánica del cuerpo; b) El trabajo de la fuerza resultante; c)  $\Delta E_C$  y  $\Delta E_P$ ; d) Velocidad final al llegar al suelo.

**Ejercicio 9** Un cuerpo de 2 Kg se deja caer desde una altura de 200 m. Calcula, cuando el cuerpo llega a la mitad del recorrido: a) Energía Mecánica; b) Energía Potencial; c) Velocidad.

**Ejercicio 10** Se lanza verticalmente desde el suelo un cuerpo de 1 Kg con una velocidad inicial de 100 m/s. Calcula: a) Energía mecánica; b) Altura máxima alcanzada; c) Trabajo realizado por el peso en la subida y en la bajada

**Ejercicio 11** Un cuerpo de 2 Kg se deja caer por un plano inclinado de 200 m de longitud desde una altura inicial de 50 m. Calcula: a) Energía Mecánica; b) Velocidad final cuando llega al final del



plano; c) Fuerza resultante; d) Aceleración.

**Ejercicio 12** Desde una altura de 15 metros se lanza verticalmente hacia abajo un objeto de 3 kg de masa, con una velocidad inicial de 2 m/s. Si despreciamos el rozamiento con el aire. Hallar: a) La energía cinética a 5 metros del suelo; b) La velocidad en ese momento y con la que llega al suelo.

**Ejercicio 13** Un coche de 400 Kg viaja por la carretera a la velocidad de 120 Km/h. Frena y se detiene tras recorrer 30 m. Calcula la fuerza resultante y la aceleración.

**Ejercicio 14** Un camión de 15000 kg que va 90 km/h ha frenado y tarda en pararse 10 segundos: a) ¿Qué trabajo ha realizado?; b) ¿Qué fuerza ha efectuado el freno suponiendo que es constante?; c) ¿Qué aceleración ha tenido durante la frenada?; d) ¿Qué distancia ha recorrido?

**Ejercicio 15** Un coche de 1500 kg de masa va a una velocidad de 108 km/h ¿Qué trabajo han de realizar los frenos para reducir su velocidad a 72 km/h?

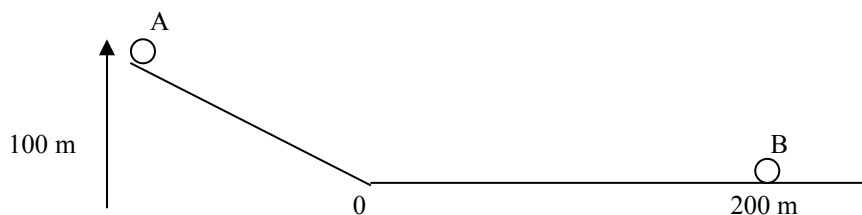
**Ejercicio 16** Un coche de masa 1500 kg se mueve con una velocidad de 72 km/h, acelera y aumenta su velocidad a 108 km/h, en 125 m. a) Halla el trabajo realizado sobre el coche; b) ¿Qué fuerza neta se le ha comunicado al coche?

### Conservación y disipación de la energía

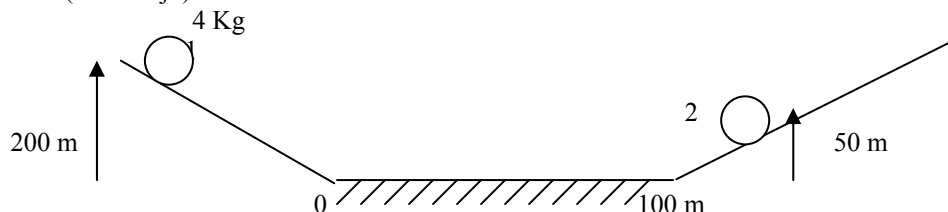
**Ejercicio 17** Se aplica una fuerza de 100 N a un cuerpo de 2 Kg que se encuentra en reposo. Suponiendo una fuerza de rozamiento de 40 N y que el cuerpo recorre 200 m, calcula: a) El trabajo realizado por la fuerza resultante; b) La velocidad final del cuerpo

**Ejercicio 18** Un objeto en lo alto de un plano inclinado tiene una energía mecánica de 2000 J. Al llegar al final del plano, su energía mecánica es 1750 J. ¿En qué se habrá transformado el resto de la energía? Si la longitud del plano es de 5 metros, ¿cuánto valdrá la fuerza de rozamiento?

**Ejercicio 19** Un cuerpo de 2 Kg se deja caer en el punto A (ver dibujo). Calcula la velocidad en el punto B: a) Suponiendo que no hay fuerzas de rozamiento; b) Suponiendo que actúan fuerzas de rozamiento y que el cuerpo pierde el 40 % de la energía inicial; c) Suponiendo que en la parte horizontal actúa una fuerza de rozamiento de 8 N.



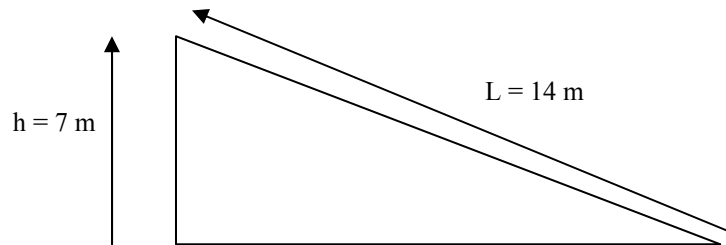
**Ejercicio 20** Un cuerpo se deja caer en el punto 1, recorre un tramo horizontal con rozamiento y llega al punto 2 (ver dibujo). Calcula la fuerza de rozamiento.



**Ejercicio 21** Un cuerpo de 4 Kg se deja caer por un plano inclinado desde una altura inicial de 100 m. Cuando llega al suelo tiene una velocidad de 40 m/s. Calcula la fuerza de rozamiento sabiendo que el cuerpo recorre 80 m sobre el plano inclinado.

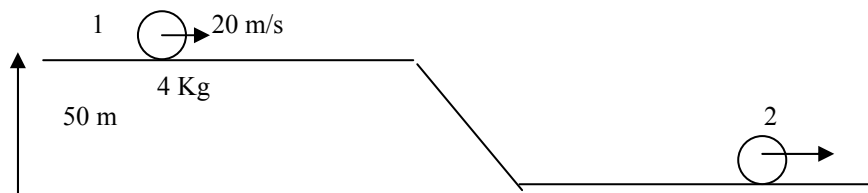


**Ejercicio 22** Un objeto de 10 kg se deja caer sin rozamiento por un plano inclinado como el de la figura. a) Qué velocidad lleva en el punto más bajo?; b) Si cuando dejamos caer el objeto de 10 kg, hay un rozamiento de 10 N, ¿qué velocidad llevará en el punto más bajo en esta nueva situación?



**Ejercicio 23** Se deja caer un objeto de 2 kg de masa desde lo alto de un plano inclinado de 3 metros de altura y 4 metros de longitud. Si la fuerza de rozamiento ha sido de 1 N ¿con qué velocidad llegará al final del plano?

**Ejercicio 24** Calcula la velocidad en el punto 2.. a) Suponiendo que no hay fuerzas de rozamiento; b) Suponiendo que se pierde el 25 % de la energía inicial por las fuerzas de rozamiento.



**Ejercicio 25** Un cuerpo de masa 20 kg que está sobre el suelo en reposo, y se le aplica una fuerza constante de 200 N. Si la fuerza de rozamiento con la mesa es de 40 N. ¿Cuál será su velocidad cuando ha recorrido 4 m?

### Potencia y rendimiento de las máquinas

**Ejercicio 26** Una grúa eleva 1000 Kg de hierro a una altura de 30 m en 10 segundos. ¿Qué potencia desarrolla?

**Ejercicio 27** Una persona tarda 2 horas en cargar una furgoneta, subiendo 50 sacos de 44 kg cada uno hasta una altura de 55 cm. Calcula la potencia desarrollada.

**Ejercicio 28** Una grúa eleva 600 Kg a una altura de 65 m en un minuto. ¿Qué potencia desarrolla?

**Ejercicio 29** Un ascensor de 370 kg eleva hasta la sexta planta de un edificio a una persona de 82 kg en 12 segundos. Si cada piso mide 4 metros de altura: a) Calcula la energía potencial gravitatoria ganada por dicha persona. b) Calcula la potencia del motor del ascensor.

**Ejercicio 30** ¿Qué tiempo tarda un ascensor en subir 300 kg a 15 m de altura si es capaz de desarrollar una potencia de 5 kw?

**Ejercicio 31** Un salto de agua que cae desde una cierta altura con un caudal de 125 m<sup>3</sup> por minuto proporciona una potencia de 612'5 Kw. ¿Desde que altura cae el agua?

**Ejercicio 32** Un salto de agua que una bomba de agua eleva 80 m<sup>3</sup> de agua hasta una altura de 35 metros en 30 minutos. ¿Qué potencia desarrolla?



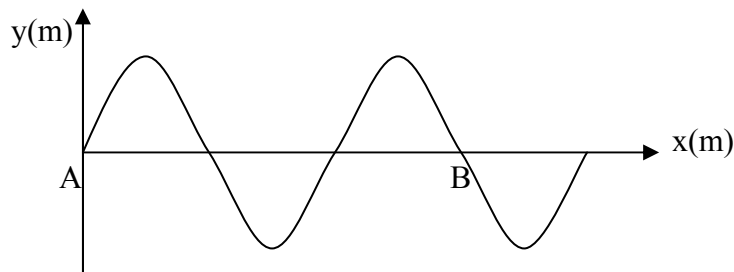
**Ejercicio 33** Para subir un objeto de 5 kg por un plano inclinado hasta una altura de 3'5 m, es necesario aplicar una fuerza paralela al plano de 35 N. Si la longitud del mismo es de 7 metros, ¿qué rendimiento se ha tenido?

**Ejercicio 34** Una bomba eleva 125 m<sup>3</sup> de agua hasta una altura de 25 m en media hora. ¿Qué potencia desarrolla la bomba? Si la bomba lleva una indicación de 20 Kw, ¿qué rendimiento ha tenido?

**Ejercicio 35** Una bomba de agua eleva 6.10<sup>4</sup> litros de agua a 10 metros de altura. Si el rendimiento es del 70%, ¿qué energía habrá que suministrarle?

### Ondas

**Ejercicio 36** La distancia entre los puntos A y B de una onda es de 120 cm y el período del movimiento es de 0,003 s. Calcula: a) La longitud de onda; b) La velocidad.



**Ejercicio 37** Un punzón golpea la superficie del agua con frecuencia 50 Hz y produce ondas circulares. Si la distancia entre las crestas es de 24 mm, halla la velocidad de propagación de estas ondas sobre la superficie del líquido.

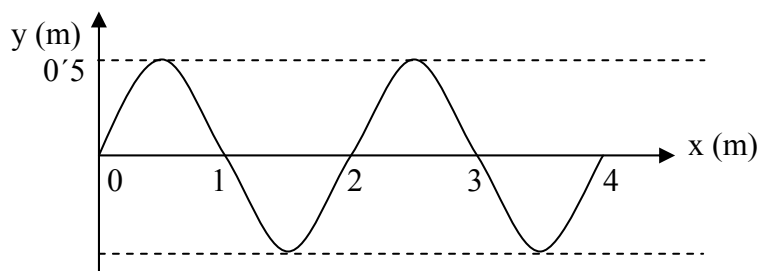
**Ejercicio 38** A lo largo de un muelle se producen ondas de frecuencia 10 Hz que viajan a una velocidad de 2 m/s. Calcula la longitud de onda y el período del movimiento.

**Ejercicio 39** Una onda se mueve a lo largo de una cuerda con velocidad de 20 m/s y longitud de onda de 50 cm. Halla su frecuencia y período.

**Ejercicio 40** La velocidad de propagación de una onda es 4 m/s y su frecuencia 50 Hz. Calcula su período y su longitud de onda.

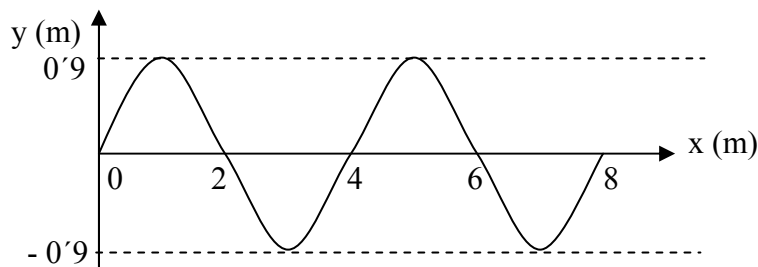
**Ejercicio 41** Mediante un punzón se produce una vibración periódica en una cubeta de ondas. Si la longitud de onda es 4 cm y las ondas producidas viajan a una velocidad de 1 m/s, calcula la frecuencia de vibración del punzón y el período del movimiento.

**Ejercicio 42** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica de frecuencia 100 Hz. En la figura se muestra el perfil de la onda en  $t = 0$ . a) Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período. b) Halla su velocidad de propagación.

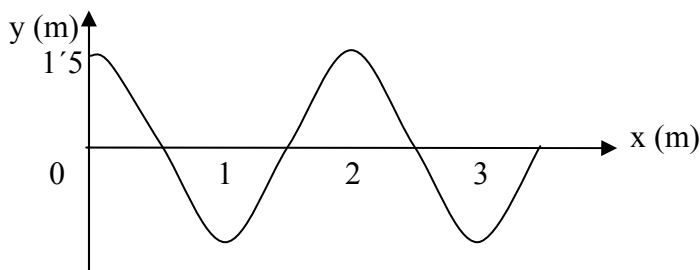




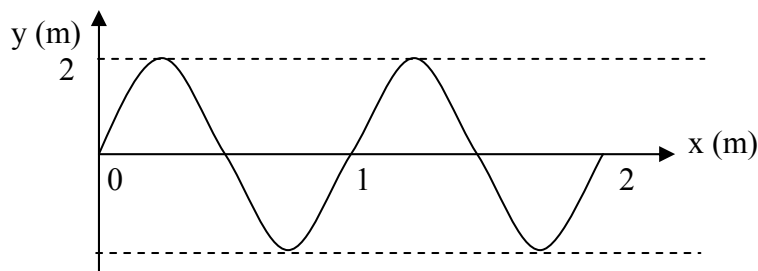
**Ejercicio 43** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica de frecuencia 0'5 Hz. En la figura se muestra el perfil de la onda en  $t = 2$  s. a) Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período. b) Halla su velocidad de propagación.



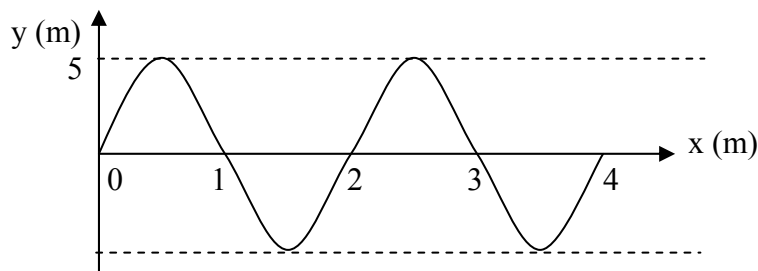
**Ejercicio 44** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica de frecuencia 0'5 Hz. En la figura se muestra el perfil de la onda en  $t = 4$  s. Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período.



**Ejercicio 45** Por una cuerda tensa situada a lo largo del eje OX se propaga, en el sentido positivo de dicho eje, una onda transversal armónica de frecuencia 2 Hz. En la figura se muestra el perfil de la onda en  $t = 0$ . Determina las siguientes magnitudes de la onda: amplitud, longitud de onda y período;



**Ejercicio 46** La figura representa una onda transversal armónica de frecuencia 0'25 Hz en el instante inicial  $t = 0$ . Dibuja la onda en el instante  $t = 4$  y  $t = 6$  segundos





**FÍSICA Y QUÍMICA 4º ESO**  
**Apuntes: Energía Mecánica y Ondas**

20(20)

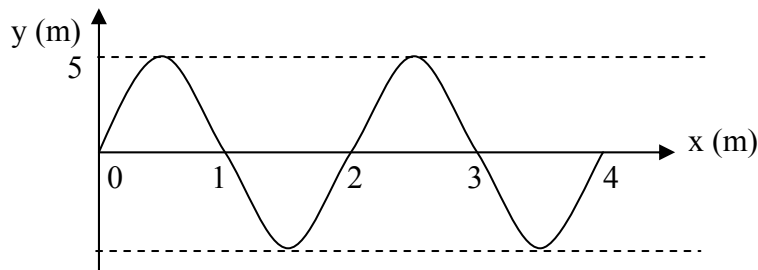
**Autor: Manuel Díaz Escalera (<http://www.fgdiazescalera.com>)**  
**Colegio Sagrado Corazón, Sevilla (España)**

**Ejercicio 47** El sónar de un barco envía señales para detectar la profundidad del suelo marino. ¿A qué distancia se encuentra si tarda 2,1 s en recibir las señales que envía? Velocidad del sonido en el agua: 1480 m/s

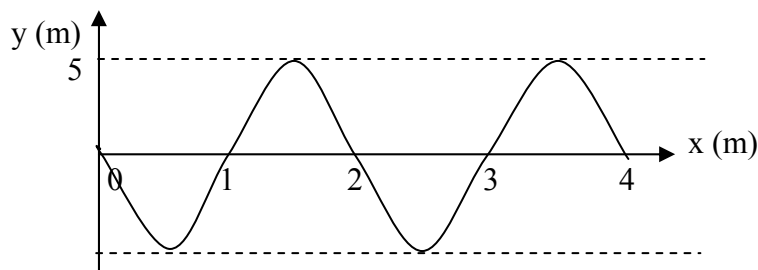
**Ejercicio 48** La galaxia más próxima a la nuestra se encuentra a dos mil billones de km. Si desde allí se emitiera un programa de TV, ¿a qué velocidad viajaría la señal y qué tiempo le costaría llegar a nosotros?

**Soluciones de los ejercicios para trabajar en casa**

**Solución 1** 173611 J; **Solución 2** 48412 J; **Solución 3** 58'3 m; **Solución 4** 2'5 m; **Solución 5** a) 1500 Kg; b) 141750 J; c) 90 Km/h; **Solución 6** 4 Kg; **Solución 7** a) 2000 J, 44'7 m/s; b) 8000 J, 161'2 m/s; c) - 2500 J, 0; **Solución 8** a) 20000 J; b) 20000 J; c) 20000 J y - 20000 J; d) 141'42 m/s; **Solución 9** a) 4000 J; b) 2000 J; c) 44'7 m/s; **Solución 10** a) 5000 J; b) 500 m; c) - 5000 J y 5000 J; **Solución 11** a) 1000 J; b) 31'6 m/s; c) 5 N; d) 2'5 m/s<sup>2</sup>; **Solución 12** a) 306 J; b) 14'28 m/s y 17'43 m/s ; **Solución 13** 7406 N, 18'5 m/s<sup>2</sup>; **Solución 14** a) - 4687500 J; b) - 37500 N ; c) - 2'5 m/s<sup>2</sup> ; d) 125 m; **Solución 15** - 375000 J; **Solución 16** a) 375 KJ; b) 3000 N ; **Solución 17** a) 12000 J; b) 109'5 m/s; **Solución 18** El resto de la energía se habrá disipado debido al rozamiento; 50 N; **Solución 19** a) 44'72 m/s; b) 34'6 m/s; c) 20 m/s; **Solución 20** 60 N; **Solución 21** 10 N; **Solución 22** a) 11'71 m/s; b) 10'45 m/s; **Solución 23** 7'4 m/s; **Solución 24** a) 37'4 m/s; b) 32'4 m/s; **Solución 25** 8 m/s; **Solución 26** 29'4 Kw; **Solución 27** 1'6 W; **Solución 28** 6370 W; **Solución 29** a) 106310,4 J; b) 8859'2 W; **Solución 30** 8'82 s; **Solución 31** 30 m; **Solución 32** 15'244 Kw; **Solución 33** 70 %; **Solución 34** 17'01 Kw; 85 %; **Solución nº 35** 8'4.10<sup>6</sup> J; **Solución 36** a)  $\lambda = 0'8$  m; b)  $v = 266'67$  m/s; **Solución 37**  $v = 1'2$  m/s; **Solución 38**  $\lambda = 0'2$  m y  $T = 0'1$  s; **Solución 39**  $f = 40$  Hz y  $T = 0'025$  s; **Solución 40**  $T = 0'02$  s y  $\lambda = 0'08$  m; **Solución 41**  $f = 25$  Hz y  $T = 0'04$  s ; **Solución 42** a)  $A = 0'5$  m;  $\lambda = 2$  m;  $T = 0'01$  s; b)  $v = 200$  m/s; **Solución 43** a)  $A = 0'9$  m;  $\lambda = 4$  m;  $T = 2$  s; b)  $v = 2$  m/s; **Solución 44**  $A = 1'5$  m;  $\lambda = 2$  m;  $T = 2$  s; **Solución 45**  $A = 2$  m;  $\lambda = 1$  m;  $T = 0'5$  s; **Solución 46** Para  $t = 4$  segundos:



Para  $t = 6$  segundos:



**Solución 47** 1554 m; **Solución 48** 300.000 km/s; 211'4 años;