FÍSICA Y QUÍMICA

3º ESO

I. QUÍMICA

II. FÍSICA

Cinemática

Prof. Jorge Rojo Carrascosa

Índice general

Capítulo 1

CINEMÁTICA

La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que los producen, es decir, estudia el movimiento en sí mismo. Por tanto, tan sólo se ocupa de los aspectos externos como son el desplazamiento, el espacio recorrido, la velocidad o la aceleración.

Un cuerpo se mueve cuando cambia de posición con relación a otro que se toma como referencia. Por tanto, para describir el movimiento de cualquier cuerpo hay que situarlo dentro de un **sistema de referencia**. Los sistemas de referencia suelen ser los ejes cartesianos. A la hora de elegir un sistema de referencia podemos hacerlo de varios modos, por ejemplo para describir el movimiento de una moto podemos elegir un sistema de referencia con el origen desde donde comenzó el movimiento o un sistema de referencia solidario con la moto, esto es, que viaja con la moto. Por tanto, un mismo movimiento es distinto desde sistemas de referencias distintos, de ahí que todos los movimientos son relativos ya que dependen del observador, es decir, del sistema de referencia.

Cuando dos sistemas de referencia se mueven con velocidad constante o nula se dice que son **sistemas de referencia inerciales**, sin embargo, si la velocidad entre ellos no es constante, por que existan movimientos de traslación no uniforme o con movimiento de rotación, tenemos los llamados **sistemas de referencia inerciales** (masas de aire, satélites artificiales, olas marinas,. . .)

1.1. ELEMENTOS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

En el estudio de cualquier área o materia, primero hay que conocer que significan los conceptos que vamos a estar utilizando en todo momento, tanto su descripción como la magnitud y su unidad:

1.1.1. SISTEMA DE REFERENCIA

El sistema de referencia permite describir el movimiento que tiene lugar. Pero como hemos comentado antes, es el observador el que tiene que elegir que sistema de referencia que elige. Por tanto, si el problema no dice nada al respecto, la elección del sistema de referencia lo eliges tú.

De manera general, está constituido por un origen y tres ejes perpendiculares entre sí y centrados en el origen. Sin embargo, en este curso nos vamos a centrar en movimientos unidimensionales, es decir, en movimientos a lo largo de una recta, y a efectos prácticos, el origen podemos situarlos en un semáforo, una localidad, ...

1.1.2. TIEMPO

El tiempo es inexorable y en física, es la **variable independiente**. Magnitudes como la posición, la velocidad y la aceleración dependen de él, es decir son variables dependientes. Se mide en segundos y se expresa como t.

1.1.3. POSICIÓN

Es el lugar que ocupa el móvil dentro del sistema de referencia. Su valor se da en metros.

1.1.4. DESPLAZAMIENTO

Lo normal es que en un cierto instante el móvil se encuentre en una posición dada, P_1 y un instante de tiempo después se encuentre en otra posición, P_2. La diferencia que existe entre estas dos posiciones distintas del móvil es lo que se conoce como desplazamiento. Se mide en metros. Como veremos más adelante no es lo mismo que el espacio o la distancia recorrida por el móvil.

1.1.5. TRAYECTORIA

Es la línea geométrica que une las distintas posiciones que describe un cuerpo cuando se mueve.

1.1.6. DISTANCIA o ESPACIO RECORRIDO

Es la medida que da la longitud de la trayectoria recorrida por el móvil. Si la trayectoria es una recta, el espacio coincide con el desplazamiento siempre y cuando no haya habido cambios de sentido. Se expresa con la letra s y al ser una longitud, se mide en metros.

1.1.7. VELOCIDAD

Es la magnitud que mide la rapidez con la que se hace el movimiento (cambio de posici´on) y tiene la misma dirección y sentido que el desplazamiento. La velocidad media viene definida por,

$$v_m = \frac{desplazamiento}{intervalo\ tiempo} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

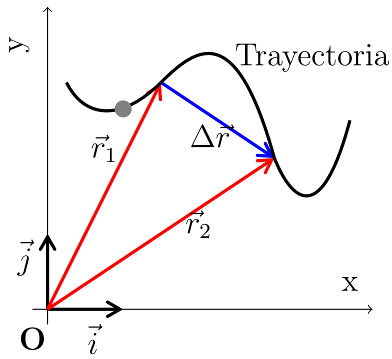
La velocidad instantánea mide la rapidez con la que se produce el cambio de posición en un instante dado. La velocidad se mide en $[v] = \frac{L}{T} = \frac{m}{s}$ y se expresa como v.

1.1.8. ACELERACIÓN

Es la magnitud que mide la rapidez con la que cambia de velocidad un móvil. La aceleración media viene definida por,

$$a_m = \frac{intervalo\ velocidad}{intervalo\ tiempo} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

La aceleración instantánea mide la rapidez con la que se produce el cambio de velocidad en un instante dado. Se mide en $[a] = \frac{L}{T^2} = \frac{m}{s^2}$ y se expresa como a.



1.2. MOVIMIENTOS DE INTERES

Realmente s´olo existen dos tipos de movimiento, el movimiento rectilineo uniforme (MRU) y el movimiento rectilineo uniformemente acelerado (MRUA). El resto de movimientos provienen de estos y se les realiza un cambio de nomenclatura.

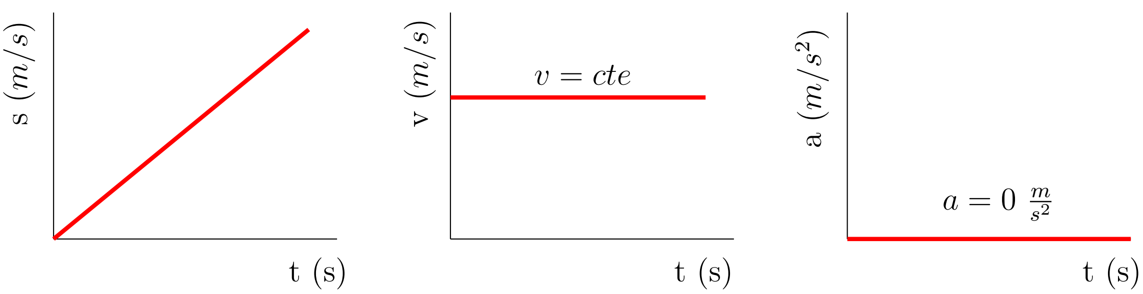
1.2.1. MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORME (MRU)

Se produce cuando no existe aceleración ($a = 0$) y la velocidad es contante en módulo y dirección. La trayectoria es una recta, si no existen cambios de sentido coinciden el desplazamiento y el espacio recorrido. La posición del móvil viene dada por la distancia al origen del sistema de referencia.

Como la aceleración es cero y la velocidad es constante en todo el movimiento, sólo necesitamos conocer como varía el espacio que recorre el móvil con el tiempo

$$\boxed{s = s_0 + v \cdot t \xrightarrow{s_0=0} s = v \cdot t}$$

s_0 es el espacio inicial a la que se encuentra el móvil del origen del sistema de referencia, muchas veces, su valor es cero.



1.2.2. MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

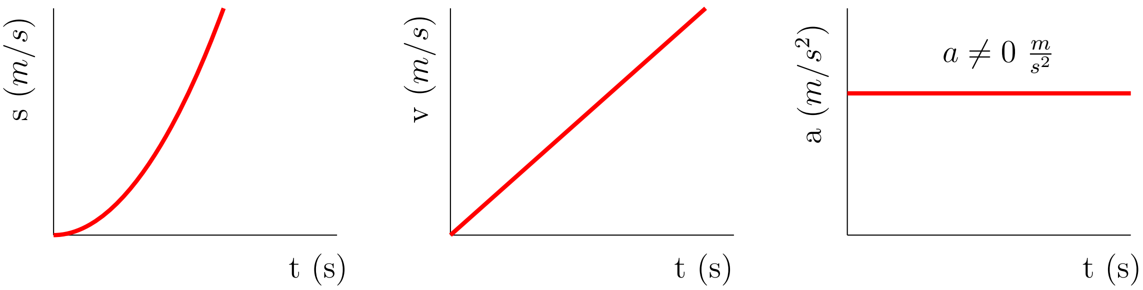
En este caso, el móvil se mueve con una trayectoria rectilinea pero con aceleración distinta de cero y constante, lo que significa que la velocidad varía, no es constante.

Por tanto, la velocidad y el espacio varían con el tiempo y por eso necesitamos una expresión matemática para cada magnitud que nos indique como varía con el tiempo,

$$\boxed{v = v_0 + a \cdot t}$$

$$\boxed{s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2}$$

Tanto s_0 como v_0 son el espacio y la velocidad inicial, es decir, al comienzo del movimiento.



1.2.2.1. CAIDA LIBRE

Subtipo de movimiento del MRUA. En este caso el cuerpo esta sometido a la acción de una aceleración muy especial, la gravedad (g), pero la trayectoria sigue siendo una línea recta. La resistencia del aire se desprecia y el cuerpo se deja caer, es decir, $v_0 = 0$. El origen del sistema de referencia siempre es el suelo.

La aceleración de la gravedad se toma siempre negativa puesto que tiene sentido negativo al eje vertical, $g = -9,8\ \frac{m}{s^2}$. Las ecuaciones del movimiento quedan dadas por:

$$\boxed{v = v_0 + at \xrightarrow{a=g} v = v_0 + gt}$$

$$\boxed{s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \xrightarrow[s=h\ \ s_0=h_0]{v_= = 0\ \ a=g} h = h_0 + \frac{1}{2} g t^2}$$

1.2.2.2. TIRO VERTICAL

Se llama así al movimiento de un cuerpo que se lanza verticalmente hacía arriba con una velocidad inicial dada, $v_0 \neq 0$. Al igual que en la caida libre la aceleración se toma negativa, es decir $g = -9,8\ \frac{m}{s^2}$, y la resistencia del aire sigue siendo nula. El origen del sistema de referencia siempre es el suelo.

$$\boxed{v = v_0 + gt}$$

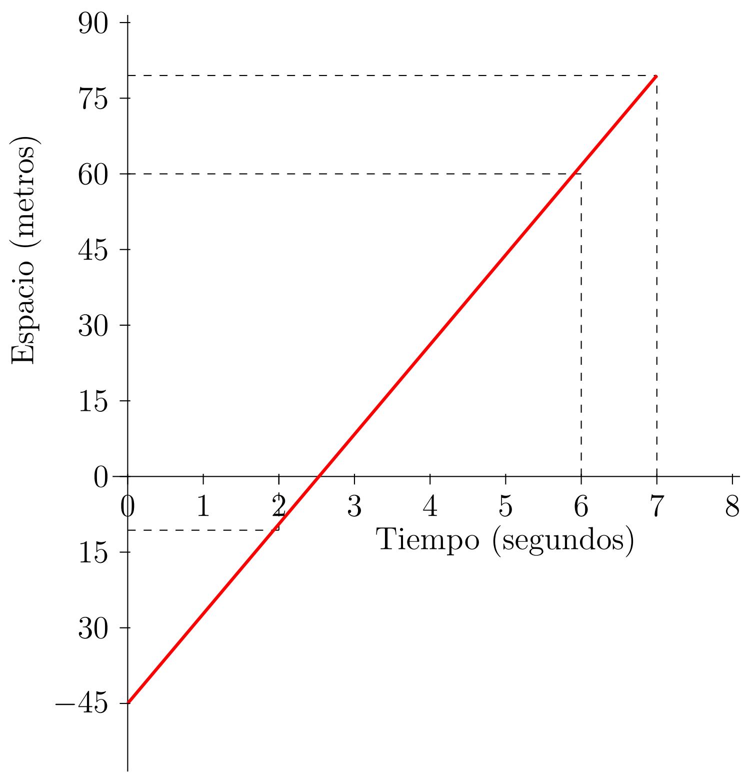
$$\boxed{h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2}$$

1.3. PROBLEMAS RESUELTOS

1. A partir de la siguiente tabla de posiciones-tiempos, determina si el movimiento es uniforme o acelerado (explica cómo lo has sabido) y escribe la ecuación de la posición en función del tiempo:

$s(cm)$	-45	-10	60	77,5
$t(s)$	0	2	6	7

Lo primero que tenemos que hacer es no suponer nada y realizar la gráfica correspondiente a los datos que nos están dando. La variable dependiente, el espacio (s), en el eje de ordenadas y la varible independiente, el tiempo (t), en el eje de abcisas.



A la vista de la gráfica podemos ver que se trata de un Movimiento Rectilineo y Uniforme (MRU). Tenemos un recta que en términos matemáticos se expresa como $y = mx + n$, donde y es la variable dependiente, x la variable independiente, m sería la pendiente de la recta y n el punto de corte con el eje de ordenadas. Ahora bien, si sustituimos las variables matemáticas a las variables de nuestro sistema físico, lo que obtendríamos sería la ecuación del movimiento para un MRU,

$$s = s_0 + v \cdot t$$

s_0 es el punto de corte con el eje de ordenadas, esto es, cuando el tiempo vale 0, por tanto $s_0 = -45\ cm$. Para hallar el valor de la velocidad, v, que es la pendiente de la gráfica, hay que tener en cuenta la expresión de la velocidad media,

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{-10 + 45}{2} = \frac{35}{2} = 17,5\ \frac{cm}{s} = 0,175\frac{m}{s}$$

Quedando finalmente que la ecuación del movimiento es,

$$\boxed{\text{s=-45+17,5 t}}$$

He cogido esos dos como podía haber cogido cualquier par, tened en cuenta que el movimiento es uniforme y por tanto, la velocidad es constante e igual a la velocidad media en todo el movimiento.

2. Si el Sol se encuentra a una distancia media de la tierra de $1,5 \cdot 10^8\ km$ y la velcoidad de la luz en el vacío es de $3 \cdot 10^8\ ms^{-1}$. Calcula el tiempo que tarda la luz en llegar a la Tierra.

   El problema no dice nada de que la luz tenga aceleración ni tampoco que cambie de velocidad, por tanto, estamos ante un movimiento MRU.

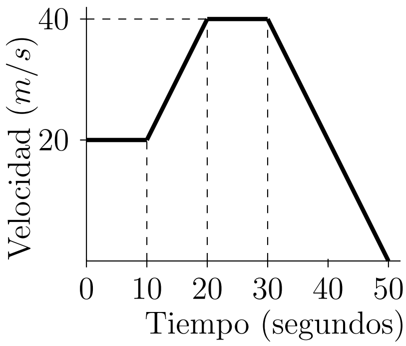
   Antes de ponernos a despejar el tiempo con la única expresión matemática que tenemos en el MRU, primero pasamos todos los valores que nos da el problema a unidades del SI.

$$1,5 \cdot 10^8\ km \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} = 1,5 \cdot 10^{11}\ m$$

   Ahora sí, tomamos la expresión que relaciona el tiempo, la velocidad y el espacio para un movimiento MRU y despejamos el valor del tiempo. Tomamos como origen de nuestro sistema de referencia el Sol,

$$s = s_0 + vt \xrightarrow{s_0=0} s = vt \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} = 500\ s \approx\ 8,33\ minutos$$

3. La representación gráfica de un movimiento viene dada por la figura adjunta. Responde a las siguientes cuestiones:



   a) ¿Qué movimiento lleva en cada tramo de la gráfica?

   b) Calcula la aceleración de cada tramo.

   c) ¿Qué espacio total ha recorrido el móvil?

a) De la gráfica podemos observar que hay cuatro tramos (cada vértice separa dos tramos). Ademas, viendo la leyenda la gráfica, nos damos cuenta que es una gráfica velocidad-tiempo, por lo tanto el **primer y tercer** tramo, donde la g?afica es horizontal, tenemos **MRU**, y en el **segundo y cuarto tramos**, donde la gráfica tiene pendiente y cambio de velocidad, el movimiento es **MRUA**.

b) La aceleración en el primer y tercer tramo es cero por ser MRU. Sin embargo, en el segundo y cuarto tramo tenemos un cambio de velocidad positivo y negativo, respectivamente

$$v = v_0 + at \;\Rightarrow\; \boxed{\text{a=v-v}_0\frac{}{t}}$$

- Segundo Tramo

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{40 - 20}{10} = 2\ \frac{m}{s^2}$$

- Cuarto tramo

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 40}{20} = -2\ \frac{m}{s^2}$$

c) La aceleración, es positiva en el segundo tramo por que hay un aumento de velocidad y es negativa en el cuarto tramo, por que el coche disminuye de velocidad, es decir, está frenando.

d) El espacio total que recorre el móvil habrá que hallarlo tramo a tramo en función de que el movimiento sea MRU o MRUA. Eso sí, tomamos el espacio inicial de cada tramo el espacio recorrido por el móvil en el tramo anterior.

- Primer Tramo, MRU

$$s_1 = s_0 + v_1 t \xrightarrow{s_{0,1}=0\ m} s_1 = vt = 20 \cdot 10 = 200\ m$$

- Segundo Tramo, MRUA

$$s_2 = s_{0,2}+v_{0,2}t+\frac{1}{2}a_2t^2 \xrightarrow{s_{0,2}=200\ m} s_2 = 200+20\cdot 10+\frac{1}{2}\cdot 2\cdot 10^2 = 500\ m$$

- Tercer Tramo, MRU

$$s_3 = S_{0,3} + v_3t \xrightarrow{s_{0,3}=500\ m} s_3 = v_3t = 500 + 40 \cdot 10 = 900\ m$$

- Cuarto Tramo, MRUA

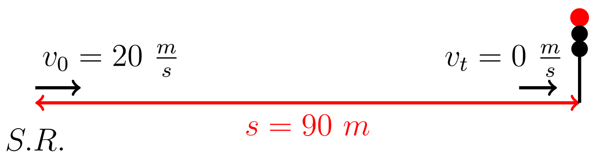
$$s_4 = S_{0,4}+v_{0,4}t+\frac{1}{2}a_4t^2 \xrightarrow{s_{0,4}=900\ m} s_4 = 900+40\cdot 20+\frac{1}{2}\cdot(-2)\cdot 20^2 = 1300\ m$$

e) Donde $s_{0,1}, s_{0,2}, s_{0,3}\ y s_{0,4}$ son los espacios iniciales en cada tramo y $v_{0,2}, v_{0,4}$ las velocidades iniciales en cada tramo. El **espacio total** que recorre el móvil es de **1300 metros**.

4. Un motorista que circula a una velocidad de 20 m/s observa un semáforo delante de él que se pone en rojo. Comienza a frenar y tarda 10 segundos en detenerse.

   a) Calcula con qué aceleración ha frenado.

   b) Si el semáforo se encontraba a 90 metros de distancia del motorista, ¿consigue frenar a tiempo?.



   a) Directamente nos preguntan la aceleración, por tanto, estamos ante un movimiento MRUA. Con los datos que tenemos, todos en el SI de unidades, podemos aplicar la expresión del camio de velocidad para hallar la aceleración del motorista, que por cierto, tiene que seer negativa ya que esta frenando.

$$v = v_0 + at\ \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 20}{10} = -2\ \frac{m}{s^2}$$

   b) Para saber si el el motorista frena antes de llegar al semáforo o se pasa de él, hallamos el espacio que recorre en su frenada y comparamos distancias. Tomando como origen de espacios cuand la motocomienza a frenar,

$$s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 = 20 \cdot 10 + \frac{1}{2}(-2)10^2 = 100\ m$$

   Comparando con la distancia que había al semáforo, vemos que elmotorista se pasa de frenada.

5. Para despegar un avión Airbus necesita alcanzar una velocidad de 300 km/h en un tiempo de 23,8 segundos. Calcule:

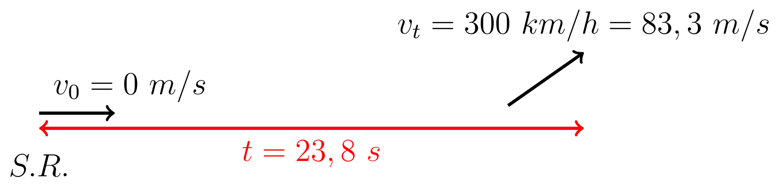
   a) ¿Cuál es su aceleración?

   b) ¿Qué longitud tiene la pista de despegue?

   El tipo de movimiento que lleva el avión en su despegue es MRUA, pasa de tener una velocidad inicial nula a una velocidad al despegar de 300 kmh^{-1}, es decir, necesita acelerar.

   Una vez que sabemos el tipo de movimiento nos centramos en que nos pide el problema y los datos que nos da. Nos piden la aceleración y nos dan la distancia de la pista de aterrizaje y la velocidad inicial y final. Lo primero es hacer un dibujo esquemático del problema y pasar los datos a unidades del sistema internacional.

$$300\ \frac{km}{h} \cdot \frac{1000\ m}{1\ km} \cdot \frac{1\ h}{3600\ s} = 83,3\ \frac{m}{s}$$



   Donde v_0 es la velocidad inicial del avión y v_t es la velocidad al cabo de un cierto tiempo t, que en este caso es el tiempo que necesita para despegar.

   a) Con los datos que tenemos, para hallar la aceleración cogemos la expresión que nos da el cambio de velocidad. Tan sólo despejamos la aceleración de la expresión y hallamos su valor,

$$v_t = v_0 + at \ \Rightarrow \ a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{83,3 - 0}{23,8} = 3,5\ ms^{-2}$$

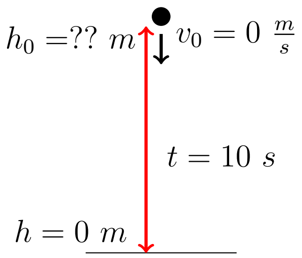
   b) Ahora, con el valor de la aceleración, estamos en condiciones de hallar el espacio que necesita el avión para depegar, es decir, la longitud de la pista de despegue.

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \xrightarrow[s_0=0]{v_0=0} s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \cdot 3,5 \cdot (23,8)^2 = 991,7\ metros$$

6. Un cuerpo, que se deja caer libremente desde cierta altura, tarda 10 segundos en llegar al suelo.

   a) ¿Desde qué altura se dejó caer?.

   b) ¿Cuál es su velocidad cuando llega al suelo?.



   a) Tenemos una caida libre en el que nos dan el tiempo que tarda en caer el objeto. Tomando $g = -9,8 \ m/s^2$

$$h = h_0 + \frac{1}{2}gt^2 \xrightarrow{h=0 \ m} 0 = h_0 + \frac{1}{2}(-9,8)10^2$$
$$h_0 = 490 \ m$$

   b) Para hallar la velocidad de caida contra el suelo utilizamos la expresión de la velocidad del MRUA con veloidad inicial nula al ser caida libre.

$$v = v_0 + gt \xrightarrow{v_0=0} v = gt = -9,8 \cdot 10 = -98 \ m/s$$

   El signo negativo de la velocidad, al igual que el de la gravedad, solo indica que su sentido es hací abajo.

7. Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba, con una velocidad inicial de 30 m/s. Halla:

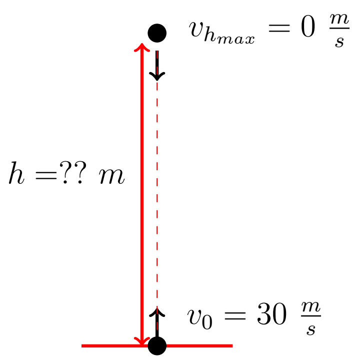
   a) Posición que ocupa y velocidad al cabo de 1 segundo.

   b) La altura máxima que alcanza y el tiempo empleado.

   c) Velocidad cuando llega al suelo y tiempo total empleado.

   d) ¿Qué relación hay entre los tiempos calculados en los apartados b y c?.

   e) ¿Cómo son las velocidades de partida y de llegada?.



   a) En esta ocasión tenemos un lanzamiento o tiro vertical. La gravedad siempre vale $-9,8 \ \frac{m}{s^2}$, da igual que suba o baje. Las ecuaciones del movimiento serán,

$$h = h_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow$$

   Al cabo de 1 segundo,la altura que habrá alcanzado la piedra será,

$$t_{1s} \rightarrow h = 30 \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 1^2 = 25,1 \ metros$$

y la velocidad al cabo de 1 segundo,

$$v = v_0 + gt = 30 - 9,8 \cdot 1 = 20,2\ m/s$$

b) La altura máxima la alcanzará cuando $v = 0\ m/s$. Por tanto, a partir de la expresión de la velocida, despejamos el tiempo que tarda en alcanzar la altura máxima y hallamos su valor con la expresión de la altura

$$v = v_0 + gt \xrightarrow{v=0m/s} t = \frac{-v_0}{g} = \frac{-30}{-9,8} = 3,06\ s$$

$$h_{max} = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \xrightarrow{h_0=0} h_{max} = 30 \cdot 3,06 - \frac{1}{2} \cdot (-9,8) \cdot (3,06)^2 = 45,9\ m$$

c) Ahora nuestro problema se ha convertido en un problema típico de caida libre en el que la altura inicial es de 45,9 metros. Por tanto para hallar la velocidad con la que llega al suelo primero tenemos que saber cuanto tiempo tarda en llegar al suelo, y eso ocurre cuando la altura es cero, $h = 0$

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \xrightarrow[h=0]{v_0=0} 0 = h_0 + \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{9,8}} = 3,03\ s$$

Y donde la velocidad con la que golpea en el suelo es,

$$v = v_0 + gt = -9,8 \cdot 3,03 = -29,9\ m/s$$

El tiempo total empleado será la suma entre el tiempo de subida y el tiempo de bajada, $t_{total} = 6,09$ segundos.

d) y e) Como podemos observar los tiempos de subida y bajada son practicamente iguales al igual que las velocidades. Esto es consecuencia de ser un problema simétrico y en el cuál sólo actua la gravedad.