**Movimiento rectilíneo**

Se denomina movimiento rectilíneo, aquél cuya trayectoria es una línea recta.



En la recta situamos un origen O, donde estará un observador que medirá la posición del móvil *x* en el instante *t*. Las posiciones serán positivas si el móvil está a la derecha del origen y negativas si está a la izquierda del origen.

**Posición**

La posición *x* del móvil se puede relacionar con el tiempo *t* mediante una función *x=f(t)*.



Desplazamiento

Supongamos ahora que en el tiempo *t*, el móvil se encuentra en posición *x*, más tarde, en el instante *t'* el móvil se encontrará en la posición *x'*. Decimos que móvil se ha desplazado *x=x'-x* en el intervalo de tiempo *t=t'-t*, medido desde el instante *t* al instante *t'*.

**Velocidad**

La velocidad media entre los instantes *t* y *t'* está definida por



Para determinar la velocidad en el instante *t*, debemos hacer el intervalo de tiempo *t* tan pequeño como sea posible, en el límite cuando *t* tiende a cero.



Pero dicho límite, es la definición de derivada de *x* con respecto del tiempo *t*.

Para comprender mejor el concepto de velocidad media, resolvemos el siguiente ejercicio

**Ejercicio**

Una partícula se mueve a lo largo del eje X, de manera que su posición en cualquier instante *t*está dada por *x*=5·*t*2+1, donde *x* se expresa en metros y *t* en segundos.

Calcular su velocidad promedio en el intervalo de tiempo entre:

* 2 y 3 s.
* 2 y 2.1 s.
* 2 y 2.01 s.
* 2 y 2.001 s.
* 2 y 2.0001 s.
* Calcula la velocidad en el instante *t*=2 s.

|  |
| --- |
| En el instante *t*=2 s, *x*=21 m |
| *t*’ (s) | *x*’ (m) | Δ*x=x'-x* | Δ*t=t'-t* | http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Image2.gif m/s |
| 3 | 46 | 25 | 1 | 25 |
| 2.1 | 23.05 | 2.05 | 0.1 | 20.5 |
| 2.01 | 21.2005 | 0.2005 | 0.01 | 20.05 |
| 2.001 | 21.020005 | 0.020005 | 0.001 | 20.005 |
| 2.0001 | 21.00200005 | 0.00200005 | 0.0001 | 20.0005 |
|  **...** |  **...** |  **...** |  **...** | **...** |
|   | 0 | 20 |

Como podemos apreciar en la tabla, cuando el intervalo Δ*t→*0, la velocidad media tiende a 20 m/s. La velocidad en el instante *t*=2 s es una velocidad media calculada en un intervalo de tiempo que tiende a cero.

Calculamos la velocidad en cualquier instante *t*

* La posición del móvil en el instante*t* es *x*=5*t*2+1
* La posición del móvil en el instante *t*+*t*es  *x'*=5(*t*+*t*)2+1=5*t*2+10*t**t*+5*t*2+1
* El desplazamiento es *x*=*x'-x*=10*t**t*+5*t*2
* La velocidad media <*v*> es



La velocidad en el instante *t* es el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo tiende a cero



La velocidad en un instante *t* se puede calcular directamente, hallando la derivada de la posición *x* respecto del tiempo.



En el instante*t*=2 s, *v*=20 m/s

**Aceleración**



En general, la velocidad de un cuerpo es una función del tiempo. Supongamos que en un instante *t* la velocidad del móvil es *v*, y en el instante *t'* la velocidad del móvil es *v'*. Se denomina aceleración media entre los instantes *t* y *t'* al cociente entre el cambio de velocidad *v=v'-v* y el intervalo de tiempo en el que se ha tardado en efectuar dicho cambio, *t=t'-t*.



La aceleración en el instante *t* es el límite de la aceleración media cuando el intervalo *t* tiende a cero, que es la definición de la derivada de *v*.



**Ejemplo**:

Un cuerpo se mueve a lo largo de una línea recta *x*=2*t*3-4*t*2+5 m. Hallar la expresión de

* La velocidad
* La aceleración del móvil en función del tiempo.



**Dada la velocidad del móvil hallar el desplazamiento**

Si conocemos un registro de la velocidad podemos calcular el desplazamiento *x-x0* del móvil entre los instantes *t0* y *t*, mediante la integral definida.



El producto *v dt* representa el desplazamiento del móvil entre los instantes *t* y *t+dt*, o en el intervalo *dt*. El desplazamiento total es la suma de los infinitos desplazamientos infinitesimales entre los instantes *t0* y *t*.

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Cine_04.gif | En la figura, se muestra una gráfica de la velocidad en función del tiempo, el área en color azul mide el desplazamiento total del móvil entre los instantes *t0* y *t*, el segmento en color azul marcado en la trayectoria recta.Hallamos la posición *x* del móvil en el instante *t*, sumando la posición inicial *x0* al desplazamiento, calculado mediante la medida del área bajo la curva *v-t* o mediante cálculo de la integral definida en la fórmula anterior. |

**Ejemplo**:

Un cuerpo se mueve a lo largo de una línea recta de acuerdo a la ley *v=t3-*4*t2+*5 m/s. Si en el instante *t0*=2 s. está situado en *x0*=4 m del origen. Calcular la posición *x* del móvil en cualquier instante.



**Dada la aceleración del móvil hallar el cambio de velocidad**

Del mismo modo, que hemos calculado el desplazamiento del móvil entre los instantes *t0*y *t*, a partir de un registro de la velocidad *v*en función del tiempo *t*, podemos calcular el cambio de velocidad *v-v0* que experimenta el móvil entre dichos instantes, a partir de un registro de la aceleración en función del tiempo.



|  |  |
| --- | --- |
| http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Cine_05.gif | En la figura,  el cambio de velocidad *v-v0* es el área bajo la curva *a-t*, o el valor numérico de la integral definida en la fórmula anterior.Conociendo el cambio de velocidad *v-v0*, y el valor inicial *v0* en el instante*t0*, podemos calcular la velocidad *v* en el instante *t*. |

**Ejemplo**:

La aceleración de un cuerpo que se mueve a lo largo de una línea recta viene dada por la expresión. *a=*4*-t2* m/s2. Sabiendo que en el instante *t0*=3 s, la velocidad del móvil vale *v0*=2 m/s. Determinar la expresión de la velocidad del móvil en cualquier instante



Resumiendo, las fórmulas empleadas para resolver problemas de movimiento rectilíneo son



**Movimiento rectilíneo uniforme**

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Cine_06.gif | Un movimiento rectilíneo uniforme es aquél cuya velocidad es constante, por tanto, la aceleración es cero. La posición *x* del móvil en el instante *t*lo podemos calcular integrandohttp://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Image459.gifo gráficamente, en la representación de *v* en función de *t*. |

Habitualmente, el instante inicial *t0* se toma como cero, por lo que las ecuaciones del movimiento uniforme resultan



**Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Cine_07.gif | Un movimiento uniformemente acelerado es aquél cuya aceleración es constante. Dada la aceleración podemos obtener el cambio de velocidad *v-v0* entre los instantes *t0* y *t*, mediante integración, o gráficamente.http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Image461.gif |
| http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Cine_08.gif | Dada la velocidad en función del tiempo, obtenemos el desplazamiento *x-x0* del móvil entre los instantes *t0* y *t*, gráficamente (área de un rectángulo + área de un triángulo), o integrandohttp://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/Image462.gif |

Habitualmente, el instante inicial *t0* se toma como cero, quedando las fórmulas del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, las siguientes.



Despejando el tiempo *t* en la segunda ecuación  y sustituyéndola en la tercera, relacionamos la velocidad *v* con el desplazamiento *x-x0*



**Interpretación geométrica de la derivada**

El siguiente applet, nos puede ayudar a entender el [concepto de derivada](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/rectilineo.htm#Velocidad) y la interpretación geométrica de la derivada



Se elige la función a representar en el control de selección titulado **Función,** entre las siguientes:



Se pulsa el botón titulado **Nuevo**

Se observa la representación de la función elegida

Con el puntero del ratón se mueve el cuadrado de color azul, para seleccionar una abscisa *t0*.

Se elige el aumento, 10, 100, ó 1000 en el control de selección titulado **Aumento**

* Cuando se elige 100 ó 1000, la representación gráfica de la función es casi un segmento rectilíneo. Se mide su pendiente con ayuda de la rejilla trazada sobre la representación gráfica
* Se calcula la derivada de la función en el punto de abscisa *t0* elegido
* Se comprueba si coinciden la medida de la pendiente y el valor de la derivada en *t0*.

**Ejemplo**:

Elegimos la primera función y el punto *t0*=3.009

Elegimos ampliación 1000.  La pendiente de la recta vale -1, y se muestra en la figura.



La derivada de dicha función es



para *t0*=3.0 la derivada tiene vale -1.0