Caída libre

Se le llama caída libre al movimiento que se debe únicamente a la influencia de la gravedad.

* Todos los cuerpos con este tipo de movimiento tienen una aceleración dirigida hacia abajo cuyo valor depende del lugar en el que se encuentren. En la Tierra este valor es de aproximadamente 9,8 m/s², es decir que los cuerpos dejados en caída libre aumentan su velocidad (hacia abajo) en 9,8 m/s cada segundo .
* En la caída libre no se tiene en cuenta la resistencia del aire.

La aceleración a la que se ve sometido un cuerpo en caída libre es tan importante en la Física que recibe el nombre especial de aceleración de la gravedad y se representa mediante la letra g.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Lugar | g (m/s²) |  | Hemos dicho antes que la aceleración de un cuerpo en caída libre dependía del lugar en el que se encontrara. A la izquierda tienes algunos valores aproximados de g en diferentes lugares de nuestro Sistema Solar. Para hacer más cómodos los cálculos de clase solemos utilizar para la aceleración de la gravedad en la Tierra el valor aproximado de 10 m/s² en lugar de 9,8 m/s², que sería más correcto. |
| Mercurio | 2,8 |
| Venus | 8,9 |
| Tierra | 9,8 |
| Marte | 3,7 |
| Júpiter | 22,9 |
| Saturno | 9,1 |
| Urano | 7,8 |
| Neptuno | 11,0 |
| Luna | 1,6 |

En el gráfico y en la tabla se puede ver la posición de un cuerpo en caída libre a intervalos regulares de 1 segundo.

Para realizar los cálculos se ha utilizado el valor g = 10 m/s².

Observa que la distancia recorrida en cada intervalo es cada vez mayor y eso es un signo inequívoco de que la velocidad va aumentando hacia abajo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tiempo (s) | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| posición (m) | 0 | -5 | -20 | -45 | -80 | -125 | -180 | -245 |

Ahora es un buen momento para repasar las páginas que se refieren a la interpretación de las gráficas e-t y v-t y recordar lo que hemos aprendido sobre ellas.

Ya hemos visto que las gráficas [posición-tiempo](http://www.educaplus.org/movi/3_3et1.html) y [velocidad-tiempo](http://www.educaplus.org/movi/3_5area.html) pueden proporcionarnos mucha información sobre las características de un movimiento.

Para la caída libre, la gráfica posición tiempo tiene la siguiente apariencia:

Recuerda que en las gráficas posición-tiempo, una curva indicaba la existencia de aceleración.

La pendiente cada vez más negativa nos indica que la velocidad del cuerpo es cada vez más negativa, es decir cada vez mayor pero dirigida hacia abajo. Esto significa que el movimiento se va haciendo más rápido a medida que transcurre el tiempo.

Observa la gráfica v-t de la derecha que corresponde a un movimiento de caída libre.

Su forma recta nos indica que la aceleración es constante, es decir que la variación de la velocidad en intervalos regulares de tiempo es constante.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tiempo (s) | 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| velocidad (m/s) | 0  | -10  | -20  | -30  | -40  | -50  |

La pendiente negativa nos indica que la aceleración es negativa. En la tabla anterior podemos ver que la variación de la velocidad a intervalos de un segundo es siempre la misma (-10 m/s). Esto quiere decir que la aceleración para cualquiera de los intervalos de tiempo es:

g = -10 m/s / 1s = -10 m/s/s = -10 m/s²

Ecuaciones para la caída libre

Recuerda las ecuaciones generales del movimiento:

e = v**o**·t + ½·a·t²
v**f** = v**o** + a·t

Podemos adaptar estas ecuaciones para el movimiento de caída libre. Si suponemos que dejamos caer un cuerpo (en lugar de lanzarlo), entonces su velocidad inicial será cero y por tanto el primer sumando de cada una de las ecuaciones anteriores también será cero, y podemos eliminarlos:

e = ½·a·t²
v**f** = a·t

Por otro lado, en una caída libre la posición que ocupa el cuerpo en un instante es precisamente su altura h en ese momento.

Como hemos quedado en llamar g a la aceleración que experimenta un cuerpo en caída libre, podemos expresar las ecuaciones así:

h = ½·g·t²
v**f** = g·t

¿Una contradicción?

Si has estudiado con atención ésta página, estarás sorprendido porque hemos comenzado diciendo que la aceleración de la gravedad tiene un valor en la Tierra de 10 m/s² y, sin embargo, al realizar el estudio gráfico hemos llegado a la conclusión de que se trataba de un valor negativo: -10 m/s².

Recuerda que todas las observaciones que hacemos sobre las características de un movimiento dependen del sistema de referencia elegido (generalmente la Tierra).

En ocasiones nos interesa cambiar nuestro sistema de referencia para expresar los datos con mayor comodidad.

En el caso de la caída libre, parece lógico situar el sistema de referencia en la posición inicial del cuerpo para medir el alejamiento que experimenta y asignar valores positivos a las distancias recorridas hacia abajo.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| tiempo (s) | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
| posición (m) | 0 | 5 | 20 | 45 | 80 | 125 | 180 | 245 |

Esto significa que ahora estamos considerando sentido positivo hacia abajo y sentido negativo hacia arriba, por lo que la gráfica posición-tiempo sería como la anterior.

De la nueva gráfica posición-tiempo deducimos que ahora la velocidad es positiva (hacia abajo) y cada vez mayor porque la pendiente es positiva y cada vez mayor.

El valor que obtenemos ahora para g es +10 m/s², pero no se trata de una contradicción.

Recuerda que hay un convenio para interpretar qué sentido tiene la aceleración:

Si el móvil está disminuyendo su rapidez (está frenando), entonces su aceleración va en el sentido contrario al movimiento.

Si el móvil aumenta su rapidez, la aceleración tiene el mismo sentido que la velocidad.

Si aplicamos este convenio nos damos cuenta de que el sentido de g no ha cambiado: sigue siendo hacia abajo.

El siguiente applet simula la caída libre de un cuerpo en diferentes condiciones de gravedad y dibuja las gráficas v-t que corresponden a nuestro nuevo sistema de referencia. Se trata de un cuerpo que lleva enganchada una tira de papel sobre la que un dispositivo realiza marcas a intervalos regulares de tiempo:

Habrás observado al trabajar con el applet que las gráficas v-t cambian al modificar los valores de g pero no ocurre lo mismo si variamos la masa del cuerpo.

Puede que esto te parezca extraño pero no olvides que sólo llamamos caída libre al movimiento que únicamente está influido por la gravedad.

Si tuviésemos en cuenta la resistencia del aire, sí que tendrían importancia la masa y la forma del cuerpo, pero no se trataría de una caída libre.

Por cierto, ¿sabrías determinar la escala utilizada en el applet para el tiempo y la velocidad?

¿Subir en caída libre?

¡Pues sí!

Si lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba, alcanzará una altura máxima y después caera. Tanto la fase de subida como la de bajada son de caída libre porque así llamamos a los movimientos que sólo dependen de la gravedad.

Mientras el cuerpo va hacia arriba, su rapidez disminuye y por lo tanto la gravedad estará dirigida en sentido contrario, es decir hacia abajo.

Veamos un ejemplo:

Supón que estamos en la Luna y lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba con una rapidez de 30 m/s, ¿qué altura máxima alcanzará?

Al encontrarnos en la Luna, utilizaremos el valor de g que aparece en la tabla. Como la rapidez del movimiento irá disminuyendo hasta hacerse cero en el punto de altura máxima, la gravedad será de sentido contrario al de la velocidad. Así, el valor de la gravedad que debemos utilizar es g = -1,6 m/s².

La velocidad final es cero ya que es la velocidad que tiene el cuerpo cuando alcanza su altura máxima, y ese instante es el final de nuestro estudio (no nos preguntan lo que ocurre después de ese momento).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Esquema:** | **Datos:** | **Buscamos:** |
| http://www.educaplus.org/movi/graficos/cailibre6.gif | vo = +20 m/s vf = 0 m/sg = -1,6 m/s²  | h = ?  |

Para calcular la altura debemos utilizar la ecuación:

h = v**o**·t + ½·g·t²
pero necesitamos saber, previamente, el tiempo en el que se alcanzará la altura máxima, para lo que utilizaremos la ecuación:

v**f** = v**o** + g·t

0 = 20 m/s + (-1,6) m/s²·t

-20 m/s = -1,6 m/s²·t

t = (-20 m/s)/(-1,6 m/s²) = 12,5 s

Ya podemos calcular la altura:

h = v**o**·t + ½·g·t²

h = 20 m/s·12,5 s + 0,5·(-1,6 m/s²)·(12,5 s)²

h = 250 m - 125 m = 125 m

Este resultado no es exagerado ya que hemos hecho los cálculos para la Luna, donde la gravedad es unas seis veces menor que en la Tierra.

¿Sabrías calcular, basándote en esta aproximación, la altura que hubiese alcanzado en la Tierra?