



ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS VERTICALES



OA 9: Analizar, sobre la base de la experimentación, el movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto respecto de un sistema de referencia espacio temporal, considerando variables como la posición, la velocidad y la aceleración en situaciones cotidianas.

RECUERDA DESARROLLAR CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN TU CUADERNO

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Comprender cómo se representan este tipo de movimientos y a qué tipo de movimiento pertenece, así como las limitaciones y la utilidad de modelos y teorías que funcionan como representaciones científicas de la realidad.

¿Cómo caen los cuerpos en la Tierra?

ACTIVIDAD N°1 EXPLORATORIA INICIAL

Consigue una pelota pequeña, puede ser de goma, tenis, ping-pong, etc

Lanza la pelota de forma vertical hacia arriba. Repite el lanzamiento las veces que consideres necesarias para reflexionar sobre las siguientes preguntas.

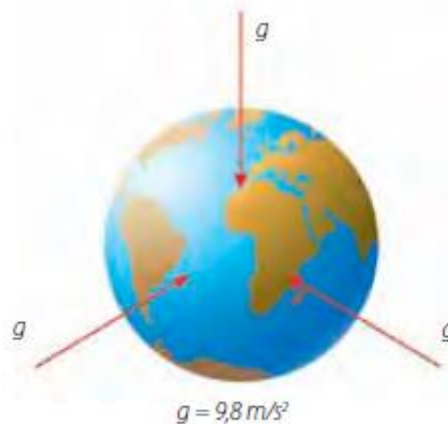
- ¿Qué ocurre con la rapidez de la pelota a medida que sube?
- Es evidente que la pelota no puede subir eternamente, ¿a qué crees que se debe esto?
- ¿Crees que la pelota se detiene en el aire antes de comenzar a caer o siempre se encuentra en movimiento?
- ¿Qué ocurre con la rapidez de la pelota a medida que esta va cayendo?
- Según tu apreciación en el cambio de rapidez de la pelota tanto hacia arriba como hacia abajo, ¿se trata en ambos casos de movimientos acelerados? Justifica tu respuesta.
- Describe con tus palabras cómo debe ser la aceleración que experimenta la pelota para producir que, a medida que suba, su rapidez disminuya y que cuando baje, su rapidez aumente.
- Nombra los factores que a tu juicio te impiden lanzar la pelota hacia arriba hasta una altura mayor a la que consigues con tu máximo esfuerzo.
- ¿Podrías alcanzar la misma altura lanzando una hoja de papel estirada?



MOVIMIENTOS VERTICALES

Reflexionando sobre la actividad anterior, podría parecer bastante obvio que cuando lanzas un cuerpo hacia arriba, llega un momento en que comienza a descender. De forma similar, cuando se suelta un cuerpo, cae. En ambos casos, el movimiento que lleva el cuerpo es un MRUA. Además, ambos corresponden a movimientos unidimensionales, donde el estudio lo realizamos utilizando el eje de las ordenadas, o eje Y.

La aceleración que actúa en estos casos es la aceleración de gravedad, que en promedio tiene un valor de $9,8 \text{ m/s}^2$ y se designa con la letra g . Esta magnitud vectorial tiene una dirección vertical, y apunta hacia el centro de la Tierra. Esto determina que $g = -9,8 \text{ m/s}^2$. Tiene signo negativo, porque tomamos como referencia el eje Y, en tanto los valores son hacia arriba positivos y hacia abajo, negativos.



Representación de la aceleración de gravedad en la Tierra.

Galileo Galilei y la descripción del movimiento

En el siglo IV a.C. Aristóteles pensaba que el comportamiento de la materia con la naturaleza se basaba en su composición, postulando que los objetos llamados “livianos” se moverían naturalmente hacia arriba, pues estaban compuestos en su mayor parte por aire. En cambio, los objetos llamados “graves”, con predominancia del elemento tierra, caerían. Además, tanto el peso de un objeto y la resistencia del medio a la caída de los cuerpos eran los factores que explicaban la velocidad de la caída. Esto le permitía explicar, por ejemplo, por qué una piedra cae más rápido en el aire que en el agua.



Galileo cuestionó las ideas de Aristóteles y realizó pruebas dejando caer objetos de distintos tamaños y masa desde lo más alto de la Torre de Pisa, quedando en evidencia de todos los presentes que sus resultados experimentales efectivamente contradecían lo propuesto por el filósofo.

Luego de formalizar sus observaciones, escribió en su libro *Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo*, en 1632, nuevas contribuciones al conocimiento, poniendo fin a la vigencia de las teorías aristotélicas acerca del movimiento.

En su libro, Galileo destaca la importancia de la caída libre, a su criterio fundamental para entender los demás movimientos. Además consideró que era más importante describir el movimiento que averiguar sus causas, y se concentró en encontrar los principios matemáticos que explicaran lo que hoy en día llamamos movimiento uniformemente acelerado.



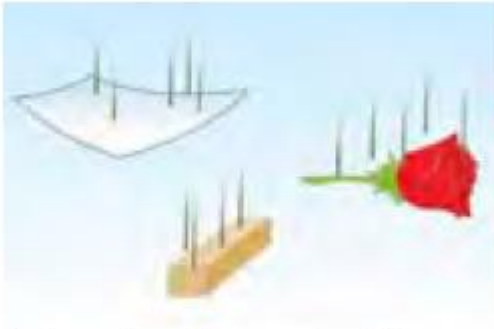
CAÍDA LIBRE

Si dejas caer al suelo tu goma de borrar, notarás que evidentemente el objeto cae, pero ¿alcanzas a percibir de qué manera lo hace? Este tipo de movimiento es el que describen los cuerpos atraídos por la fuerza gravitatoria de la Tierra, cuya característica es que el aumento de la velocidad es siempre el mismo en las cercanías de la superficie terrestre: la velocidad de los cuerpos aumenta en 10 m/s cada segundo.

Si todos los cuerpos que caen lo hacen con la misma aceleración, podemos llegar a la conclusión de que todos tardan el mismo tiempo en caer desde una cierta altura y, por tanto, sus movimientos son idénticos. Esto se debe a que el MRUA solo depende de la aceleración y de la velocidad inicial, cuyo valor es 0 en la caída libre.



Tomar en cuenta el rozamiento con el aire complicaría el problema, por lo que lo despreciaremos. Las ecuaciones que rigen el movimiento de caída libre son las mismas que las de cualquier movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, considerando, según lo dicho en el párrafo anterior, que: $a = -g = -10 \text{ m/s}^2$; $v_0 = 0$, pues comienzan desde el reposo al empezar a caer. Entonces:



Un trozo de madera cae más rápido que un papel o una flor debido a que vence con facilidad la resistencia del aire.

Posición

$$y_f = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$y_f = y_0 + 0 + \frac{1}{2} (-10) t^2$$

$$y_f = y_0 - 5t^2$$

Esta última expresión quiere decir que la posición del cuerpo, a medida que cae, se acerca al suelo (su valor es cada vez menor), donde se sitúa el origen ($y = 0$).



En el vacío (donde no se considera la resistencia del aire) la madera, la flor y el papel caen simultáneamente. En la superficie de la Luna podríamos observar este fenómeno.

$$v_f = v_0 + at$$

$$v_f = 0 + (-10)t$$

$$v_f = -10t$$

Esta expresión quiere decir que a medida que el cuerpo cae, la velocidad aumenta cada segundo 10 m/s, manteniendo el signo negativo puesto que se dirige hacia aquel sentido del eje Y.

LANZAMIENTO VERTICAL

Si esta vez lanzas tu goma de borrar hacia arriba, la fuerza gravitatoria actúa, al igual que en la caída libre, atrayéndola hacia el centro de la Tierra. De este modo, la rapidez de la goma irá disminuyendo gradualmente y con el mismo ritmo con el que aumentaba al caer (10 m/s^2). Al tratarse de un lanzamiento hacia arriba (hacia los positivos), su movimiento se ve frenado por la aceleración, que en todo momento apunta hacia abajo.

Las ecuaciones que rigen este movimiento se deducen, al igual que pasa con la caída libre, de las ecuaciones del MRUA, sustituyendo el valor de la aceleración, $a = -$

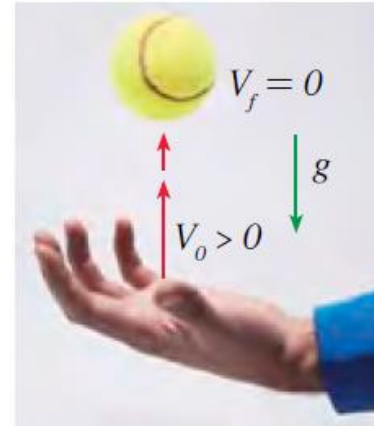


$g = -10 \text{ m/s}^2$, y considerando que v_0 no puede ser nula, pero sí lo es la velocidad al final de la subida.

Posición:

$$y_f = y_0 + v_0 t - 5t^2$$

Esta expresión quiere decir que el cuerpo sube hasta llegar a un punto en que se detiene (altura máxima del lanzamiento), y luego desciende de la misma forma que en la caída libre.

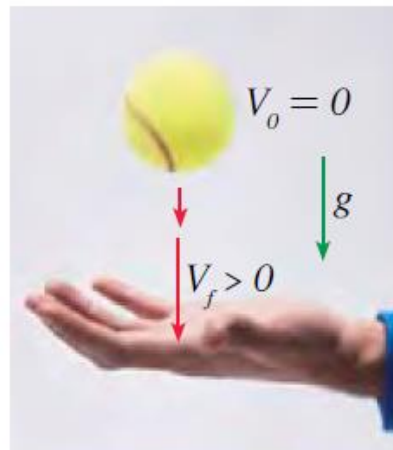


Cuando lanzamos un cuerpo hacia arriba, su velocidad disminuye hasta que se hace cero.

Velocidad:

$$v_f = v_0 - 10t$$

Esta expresión quiere decir que, a medida que sube, su velocidad disminuye hasta detenerse. Es una gran ventaja conocer el valor de la velocidad en ese instante ($v = 0 \text{ m/s}$), ya que es un dato que se aplica para todo tipo de lanzamiento hacia arriba. Luego, desciende aumentando el valor de su velocidad, la cual es siempre negativa, producto del signo de la aceleración.



Cuando un cuerpo baja, el módulo de su velocidad aumenta, pero su signo es negativo, ya que el móvil va hacia abajo (considerando el sentido positivo hacia arriba).

Para calcular la altura que alcanza el cuerpo, consideramos que su velocidad en dicho instante es cero, por lo tanto, calculamos el tiempo que toma llegar a esa posición:

$$0 = v_0 - 10t \rightarrow t = \frac{v_0}{10}$$



Luego, el tiempo que demora lo reemplazamos para calcular su desplazamiento (altura) en su punto máximo, donde, recuerda, su velocidad es cero en dicho instante, porque se detiene antes de comenzar a caer libremente.

$$y_f = y_0 + v_0 t - 5t^2 \rightarrow y_f - y_0 = (0)t - 5t^2 \rightarrow \Delta y = v_0 - 5t^2$$

Este movimiento es simétrico al de caída libre respecto del punto más alto que alcanza el móvil. Esto significa que el cuerpo tarda en subir hasta la posición más elevada lo mismo que tardará en bajar, y que llegará al suelo con el mismo módulo de la misma velocidad con la que se lanzó hacia arriba, pero en sentido opuesto.

GRÁFICOS DE POSICIÓN - TIEMPO Y VELOCIDAD - TIEMPO EN MOVIMIENTOS VERTICALES

A continuación podrás observar, analizar y comparar las curvas obtenidas al graficar posición, velocidad y aceleración con respecto al tiempo para el MRUA de caída libre de lanzamiento vertical.

Caída libre	Gráfico N° 19 Posición - tiempo El cuerpo se encuentra a cierta altura y se acerca al origen en el suelo.	Lanzamiento vertical
	Gráfico N° 21 Velocidad - tiempo Se deja caer el cuerpo con $v_0 = 0$, su módulo aumenta con signo negativo.	
	Gráfico N° 20 Posición - tiempo El cuerpo sube hasta llegar a la altura máxima y luego desciende. El tiempo que demora en subir es el mismo que tarde en bajar.	
	Gráfico N° 22 Velocidad - tiempo El cuerpo es lanzado con una velocidad positiva hacia arriba, esta disminuye hasta hacerse cero, luego en bajada aumenta de módulo con signo negativo.	



ACTIVIDAD N°2

1. Un asistente sujeta verticalmente una regla de 30 cm por el extremo opuesto al cero.
2. El otro coloca los dedos índice y pulgar a la altura del cero de la regla sin tocarlo.
3. El primero deja caer la regla sin previo aviso para que el segundo la atrape lo más rápido posible.
4. Se mide en centímetros la distancia que ha caído la regla desde la posición inicial.
5. La distancia que ha caído la regla depende de tu tiempo de reacción. Recuerda que para calcularlo debes recurrir a las ecuaciones de movimiento para caída libre:

$$\Delta y = y_f - y_0 = -5t^2$$

pero como el desplazamiento es negativo, podemos escribir:

$$t = \sqrt{\frac{\Delta y}{5}}$$

6. Repite la experiencia varias veces y calcula el promedio para el tiempo de reacción que has obtenido.

ACTIVIDAD N° 3

La siguiente es la tabla itinerario del movimiento de una pelota que es lanzada verticalmente hacia arriba.

t (s)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	10,1	10,9
x (m)	0	2,8	5,2	7,2	8,9	2	1,2

Con los datos de la tabla, construye el gráfico itinerario correspondiente. Recuerda que en el eje "Y" debes graficar la posición y en el eje horizontal debes graficar el tiempo.

Análisis

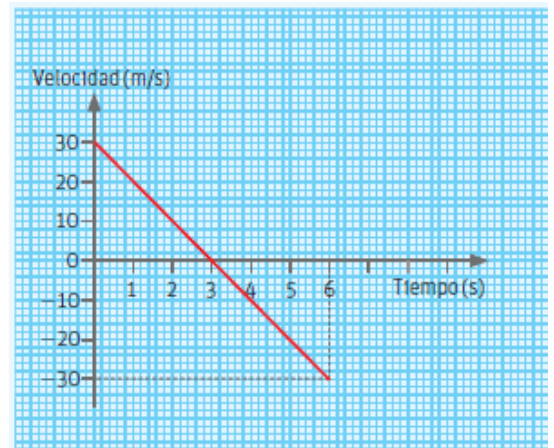
- a. ¿Qué ocurre con la velocidad a medida que pasa el tiempo?
- b. ¿Qué tipo de movimiento es el que experimentó la pelota?, ¿por qué?
- c. ¿Qué crees que pasaría con la posición de la pelota al transcurrir más tiempo?
- d. ¿Cómo crees que será el movimiento de un cuerpo, una vez que este cae?



ACTIVIDAD N°4

1. Un paracaidista salta de un helicóptero desde una altura de 3 km. Después de descender 100 m, abre su paracaídas y cae con velocidad constante de 5 m/s.
 - a. ¿Qué tipos de movimiento describe el paracaidista mientras cae?, ¿por qué?
 - b. ¿Cuánto tiempo tardó el paracaidista en llegar a la superficie terrestre?

2. Un grupo de estudiantes analiza cómo varía la velocidad en función del tiempo en el movimiento de un cuerpo sometido a la fuerza de gravedad. El gráfico que representa dicho movimiento se muestra a continuación:
 - a. ¿A qué se debe que la recta corte el eje del tiempo?
 - b. ¿Qué ocurre con el cuerpo en el instante $t = 3 \text{ s}$?
 - c. ¿Qué valor debiese tener la pendiente de la recta? Compruébalo.



3. Se lanza verticalmente hacia arriba un cuerpo de 15 kg de masa. Si el cuerpo alcanza una altura máxima igual a 45 m, ¿cuál fue la distancia recorrida al cabo de 5 s?
4. Dos jóvenes, situados en la terraza de un edificio, dejan caer simultáneamente una piedra y una hoja de papel. Si no se considera el roce con el aire, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
 - I. Los dos objetos llegan simultáneamente al suelo.
 - II. La aceleración de la piedra será mayor que la del papel.
 - III. Los objetos impactarán el suelo con distintas velocidades.
 - IV. Los tiempos de caída dependerán de la masa de los objetos.
 - V. Los objetos describirán un movimiento uniformemente retardado.
5. Al dejar caer desde la misma altura una pluma y una piedra, se observa que la piedra llega antes al suelo. A partir de esto, ¿puedes afirmar que la aceleración de gravedad experimentada por la pluma es menor que la aceleración de gravedad de la piedra? Argumenta.
6. Una esfera de acero cae desde lo alto de una torre y emplea 3 s en llegar al suelo. Despreciando los efectos del roce del aire, calcula la velocidad de la esfera al chocar contra el suelo y la altura de la torre. Considera $g = 10 \text{ m/s}^2$.



GUIA N°5 DE FISICA. NIVEL SEGUNDO AÑO MEDIO.
PROFESORES: ALDISON ANGUITA/ CAROLA ESTEFANIA / NELSON CARILAO/ LEONARDO URBINA

7. Describe la diferencia entre la aceleración de una pelota que es lanzada hacia arriba y la aceleración de una pelota que se deja caer.
8. Desde lo alto de un edificio de 30 m de altura se lanza verticalmente hacia arriba una pelota con una velocidad de 60 m/s; y simultáneamente, de la base del edificio se lanza otra pelota hacia arriba con una velocidad de 80 m/s. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determina:
 - a. el instante en que ambas llegan a la altura máxima.
 - b. la ecuación itinerario de cada pelota.
 - c. el instante en que ambas pelotas se encuentran.
 - d. la altura máxima que alcanza cada pelota.
9. Dibuja la gráfica de la aceleración versus el tiempo para la caída libre y para el lanzamiento vertical hacia arriba. ¿En qué difieren? Explica.

**CONSULTA TUS DUDAS AL CORREO cegiovann@gmail.com,
indicando nombre y curso al que perteneces. Te
responderemos a la brevedad.**