



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Cinemática.

La cinemática se ocupa de la descripción del movimiento sin tener en cuenta sus causas. La velocidad (la tasa de variación de la posición) se define como la razón entre el espacio recorrido (desde la posición x_1 hasta la posición x_2) y el tiempo transcurrido.

$$v = e/t \quad (1)$$

Siendo e : el espacio recorrido y t : el tiempo transcurrido.

La ecuación (1) corresponde a un movimiento rectilíneo y uniforme, donde la velocidad permanece constante en toda la trayectoria.

Aceleración.

Se define como aceleración a la variación de la velocidad con respecto al tiempo.

La aceleración es la tasa de variación de la velocidad, el cambio de la velocidad dividido entre el tiempo en que se produce. Por tanto, la aceleración tiene magnitud, dirección y sentido, y se mide en m/s^2 , gráficamente se representa con un vector.

$$a = v/t$$

Movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U.)

Existen varios tipos especiales de movimiento fáciles de describir. En primer lugar, aquél en el que la velocidad es constante. En el caso más sencillo, la velocidad podría ser nula, y la posición no cambiaría en el intervalo de tiempo considerado. Si la velocidad es constante, la velocidad media (o promedio) es igual a la velocidad en cualquier instante determinado. Si el tiempo t se mide con un reloj que se pone en marcha con $t = 0$, la distancia recorrida a velocidad constante v será igual al producto de la velocidad por el tiempo.

En el movimiento rectilíneo uniforme la velocidad es constante y la aceleración es nula.

$$v = e/t$$

$$v = \text{constante}$$

$$a = 0$$



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Movimiento uniformemente variado (M.U.V.).

Otro tipo especial de movimiento es aquél en el que se mantiene constante la aceleración. Como la velocidad varía, hay que definir la velocidad instantánea, que es la velocidad en un instante determinado.

En el caso de una aceleración **a** constante, considerando una velocidad inicial nula ($v = 0$ en $t = 0$), la velocidad instantánea transcurrida el tiempo **t** será:

$$v = a.t$$

La distancia recorrida durante ese tiempo será:

$$e = \frac{1}{2}.a.t^2$$

Esta ecuación muestra una característica importante: La distancia depende del cuadrado del tiempo (t^2).

En el movimiento uniformemente variado la velocidad varía y la aceleración es distinta de cero y constante.

$$a \neq 0 = \text{constante}$$

$$v = \text{variable}$$

1) Acelerado: $a > 0$

$$x_f = x_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2 \text{ (Ecuación de posición)}$$

$$v_f = v_0 + a.t \text{ (Ecuación de velocidad)}$$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2.a.\Delta x$$

2) Retardado: $a < 0$

$$x_f = x_0 + v_0.t - \frac{1}{2}.a.t^2 \text{ (Ecuación de posición)}$$

$$v_f = v_0 - a.t \text{ (Ecuación de velocidad)}$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2.a.\Delta x$$



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Tiro vertical.

Movimiento uniformemente variado, donde la aceleración es la de la gravedad y la dirección del movimiento puede ser ascendente o descendente, sin influencia de la fricción con el aire.

$$a = g$$
$$v_0 \neq 0$$

Este movimiento siempre tiene velocidad inicial distinta de cero, sea lanzado hacia arriba o hacia abajo.

Las ecuaciones para éste movimiento son:

$$1) \quad y_f = y_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.g.t^2$$

Ecuación de posición.

$$2) \quad v_f = v_0 + g.t$$

Ecuación de velocidad.

$$3) \quad v_f^2 = v_0^2 + 2.g.\Delta y$$

Altura Máxima: El único instante donde la velocidad es nula es cuando alcanza la altura máxima, si el objeto o móvil fue lanzado hacia arriba. Es el punto donde el objeto se detiene y comienza el descenso.

Ecuaciones para el caso de calcular la altura máxima:

$$1) \quad y \text{ Máxima} = y_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.g.t^2$$

Ecuación de posición.

$$2) \quad 0 = v_0 + g.t$$

Ecuación de velocidad.

$$3) \quad 0 = v_0^2 + 2.g.\Delta y$$



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Velocidad Inicial: Una particularidad del tiro vertical es que un objeto lanzado hacia arriba con una determinada velocidad inicial, al regreso y pasando por el mismo punto de partida, posee el mismo valor de velocidad pero con sentido contrario al del lanzamiento.

El valor de la aceleración de la gravedad depende del paralelo (latitud) en que se determine dicho valor. En el Ecuador (latitud = 0) la aceleración es igual a $9,78049 \text{ m/s}^2$, la aceleración promedio es de $9,81 \text{ m/s}^2$, resulta práctico usar un valor de 10 m/s^2 para agilizar la resolución de ejercicios.

Orientación de los vectores y selección de los signos de las variables según la dirección del movimiento:

Aceleración (g)

↑ Arriba +

Estos signos se deben aplicar cuando se reemplazan las variables por sus valores.

↓ Abajo -

Nota: si la velocidad inicial es nula ($v_0 = 0$) se trata de "Caída Libre".

Caída libre.

Movimiento uniformemente variado, donde la aceleración es la de la gravedad y la dirección del movimiento sólo puede ser descendente. Se trata de un caso particular del movimiento de "Tiro Vertical", donde la velocidad inicial siempre es nula.

$$a = g$$
$$v_0 = 0$$

Recordar que el valor de la aceleración de la gravedad depende del paralelo (latitud) en que se determine dicho valor. En el Ecuador (latitud = 0) la aceleración es igual a " $9,78049 \text{ m/s}^2$ ", la aceleración promedio es de $9,81 \text{ m/s}^2$, es usual usar un valor de 10 m/s^2 para agilizar la resolución de ejercicios.

Las ecuaciones para éste movimiento son:



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

1) $y_f = y_0 + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

Ecuación de posición.

2) $v_f = g \cdot t$

Ecuación de velocidad.

3) $v_f^2 = 2g \cdot y$

Lanzamiento hacia abajo.

Estos signos se deben aplicar cuando se reemplazan las variables por sus valores. Dado que la velocidad final y la aceleración (en éste movimiento) siempre tienen el mismo sentido, se pueden emplear signos positivos en ambas variables.

Para ilustrar el caso, un objeto pesado que cae libremente (sin influencia de la fricción con el aire) cerca de la superficie de la Tierra experimenta una aceleración constante. Observar que no se toma en cuenta la masa del objeto. Si, en este caso, la aceleración promedio es de $9,8 \text{ m/s}^2$; al final del primer segundo, el objeto habría caído $4,9 \text{ m}$ y tendría una velocidad de $9,8 \text{ m/s}$; al final del siguiente segundo, la pelota habría caído $19,6 \text{ m}$ y tendría una velocidad de $19,6 \text{ m/s}$.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Guía de ejercicios de movimiento rectilíneo uniforme.

Antes de realizar los cálculos convertir todas las unidades de medida a un mismo sistema, se recomienda el S.I. (Sistema Internacional).

En todos los cálculos emplear las unidades de medida, esto ayuda como guía para saber si las fórmulas y los cálculos son los correctos.

Recordar que la unidad de medida del resultado del ejercicio debe corresponderse con la magnitud buscada.

Problema n° 1)

¿A cuántos m/s equivale la velocidad de un móvil que se desplaza a 72 km/h?

Problema n° 2)

Un móvil viaja en línea recta con una velocidad media de 1.200 cm/s durante 9 s, y luego con velocidad media de 480 cm/s durante 7 s, siendo ambas velocidades del mismo sentido:

- ¿cuál es el desplazamiento total en el viaje de 16 s?
- ¿cuál es la velocidad media del viaje completo?

Problema n° 3)

Resolver el problema anterior, suponiendo que las velocidades son de distinto sentido.

Problema n° 4)

En el gráfico, se representa un movimiento rectilíneo uniforme, averigüe gráfica y analíticamente la distancia recorrida en los primeros 4 s.

Problema n° 5)

Un móvil recorre una recta con velocidad constante. En los instantes $t_1 = 0$ s y $t_2 = 4$ s, sus posiciones son $x_1 = 9,5$ cm y $x_2 = 25,5$ cm. Determinar:

- Velocidad del móvil.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

- b) Su posición en $t_3 = 1$ s.
- c) Las ecuaciones de movimiento.
- d) Su abscisa en el instante $t_4 = 2,5$ s.
- e) Los gráficos $x = f(t)$ y $v = f(t)$ del móvil.

Problema n° 6)

Una partícula se mueve en la dirección del eje x y en sentido de los $x > 0$. Sabiendo que la velocidad es 2 m/s, y su posición es $x_0 = -4$ m, trazar las gráficas $x = f(t)$ y $v = f(t)$.

Problema n° 7)

Un auto recorre el camino ABC de la siguiente forma:

- Tramo AB, con velocidad de 60 km/h durante 2 horas,
- Tramo BC, con velocidad de 90 km/h durante 1 Hora,

La velocidad media del auto en el recorrido AC será:

- a) 80 km/h
- b) 75 km/h
- c) 70 km/h
- d) 65 km/h
- e) ninguna es correcta.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Guía de ejercicios de movimiento uniformemente variado. Acelerado y retardado.

Resolver los siguientes ejercicios:

Antes de realizar los cálculos convertir todas las unidades de medida a un mismo sistema, se recomienda el S.I. (Sistema Internacional).

En todos los cálculos emplear las unidades de medida, esto ayuda como guía para saber si las fórmulas y los cálculos son los correctos. Recordar que la unidad de medida del resultado del ejercicio debe corresponderse con la magnitud buscada.

Problema n° 1)

Un cohete parte del reposo con aceleración constante y logra alcanzar en 30 s una velocidad de 588 m/s. Calcular:

- a) Aceleración.
- b) ¿Qué espacio recorrió en esos 30 s?

Problema n° 2)

Un móvil que se desplaza con velocidad constante aplica los frenos durante 25 s y recorre 400 m hasta detenerse. Calcular:

- a) ¿Qué velocidad tenía el móvil antes de aplicar los frenos?
- b) ¿Qué desaceleración produjeron los frenos?

Problema n° 3)

¿Cuánto tiempo tardará un móvil en alcanzar una velocidad de 60 km/h, si parte del reposo acelerando constantemente con una aceleración de 20 km/h²?

Problema n° 4)

Un móvil parte del reposo con una aceleración de 20m/s² constante. Calcular:



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

a) ¿Qué velocidad tendrá después de 15 s?

b) ¿Qué espacio recorrió en esos 15 s?

Problema n° 5)

Un auto parte del reposo, a los 5 s posee una velocidad de 90 km/h, si su aceleración es constante, calcular:

a) ¿Cuánto vale la aceleración?

b) ¿Qué espacio recorrió en esos 5 s?

c) ¿Qué velocidad tendrá los 11 s?

Problema n° 6)

Un motociclista parte del reposo y tarda 10 s en recorrer 20 m. ¿Qué tiempo necesitará para alcanzar 40 km/h?

Problema n° 7)

Un móvil se desplaza con MUV partiendo del reposo con una aceleración de 51840 km/h^2 , calcular:

a) ¿Qué velocidad tendrá los 10 s?

b) ¿Qué distancia habrá recorrido a los 32 s de la partida?

c) Representar gráficamente la velocidad en función del tiempo.

Problema n° 8)

Un automóvil parte del reposo con una aceleración constante de 30 m/s^2 , transcurridos 2 minutos deja de acelerar y sigue con velocidad constante, determinar:

a) ¿Cuántos km recorrió en los 2 primeros minutos?

b) ¿Qué distancia habrá recorrido a las 2 horas de la partida?



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Problema n° 9)

Un tren va frenando y lleva un movimiento uniformemente retardado, sabiendo que emplea 20 s y 30 s en recorrer un cuarto de kilómetro cada vez, hallar el espacio que recorrerá antes de pararse.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Trabajo Práctico de movimiento uniformemente variado. Acelerado y desacelerado.

Resolver los siguientes ejercicios:

Antes de realizar los cálculos convertir todas las unidades de medida a un mismo sistema, se recomienda el S.I. (Sistema Internacional).

Problema n° 1)

Un automóvil que viaja a una velocidad constante de 120 km/h, demora 10 s en detenerse. Calcular:

- a) ¿Qué espacio necesitó para detenerse?
- b) ¿Con qué velocidad chocaría a otro vehículo ubicado a 30 m del lugar donde aplicó los frenos?

Problema n° 2)

Un ciclista que va a 30 km/h, aplica los frenos y logra detener la bicicleta en 4 segundos. Calcular:

- a) ¿Qué desaceleración produjeron los frenos?
- b) ¿Qué espacio necesito para frenar?

Problema n° 3)

Un avión, cuando toca pista, acciona todos los sistemas de frenado, que le generan una desaceleración de 20 m/s^2 , necesita 100 metros para detenerse. Calcular:

- a) ¿Con qué velocidad toca pista?
- b) ¿Qué tiempo demoró en detener el avión su marcha?

Problema n° 4)

Un camión viene disminuyendo su velocidad en forma uniforme, de 100 km/h a 50 km/h. Si para esto tuvo que frenar durante 1.500 m. Calcular:



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

a) ¿Qué desaceleración produjeron los frenos?

b) ¿Cuánto tiempo empleó para el frenado?

Problema n° 5)

La bala de un rifle, cuyo cañón mide 1,4 m, sale con una velocidad de 1.400 m/s. Calcular:

a) ¿Qué aceleración experimenta la bala?

b) ¿Cuánto tarda en salir del rifle?

Problema n° 6)

Un móvil que se desplaza con velocidad constante, aplica los frenos durante 25 s, y recorre una distancia de 400 m hasta detenerse. Determinar:

a) ¿Qué velocidad tenía el móvil antes de aplicar los frenos?

b) ¿Qué desaceleración produjeron los frenos?

Problema n° 7)

Un auto marcha a una velocidad de 90 km/h. El conductor aplica los frenos en el instante en que ve el pozo y reduce la velocidad hasta $\frac{1}{5}$ de la inicial en los 4 s que tarda en llegar al pozo. Determinar a qué distancia del obstáculo el conductor aplicó los frenos, suponiendo que la aceleración fue constante.

Problema n° 8)

Un automóvil parte del reposo con una aceleración constante de 3 m/s^2 , determinar:

a) ¿Qué velocidad tendrá a los 8 s de haber iniciado el movimiento?

b) ¿Qué distancia habrá recorrido en ese lapso?



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Guía de ejercicios de tiro vertical y caída libre.

Antes de realizar los cálculos convertir todas las unidades de medida a un mismo sistema, se recomienda el S.I. (Sistema Internacional).

Problema n° 1)

Se lanza un cuerpo verticalmente hacia abajo con una velocidad inicial de 7 m/s.

- a) ¿Cuál será su velocidad luego de haber descendido 3 s?
- b) ¿Qué distancia habrá descendido en esos 3 s?
- c) ¿Cuál será su velocidad después de haber descendido 14 m?
- d) Si el cuerpo se lanzó desde una altura de 200 m, ¿en cuánto tiempo alcanzará el suelo?
- e) ¿Con qué velocidad lo hará?

Problema n° 2)

Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 100 m/s, luego de 4 s de efectuado el lanzamiento su velocidad es de 60 m/s.

- a) ¿Cuál es la altura máxima alcanzada?
- b) ¿En qué tiempo recorre el móvil esa distancia?
- c) ¿Cuánto tarda en volver al punto de partida desde que se lo lanzó?
- d) ¿Cuánto tarda en alcanzar alturas de 300 m y 600 m?

Problema n° 3)

Un observador situado a 40 m de altura ve pasar un cuerpo hacia arriba con una cierta velocidad y al cabo de 10 s lo ve pasar hacia abajo, con una velocidad igual en módulo pero de distinto sentido.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

a) ¿Cuál fue la velocidad inicial del móvil?

b) ¿Cuál fue la altura máxima alcanzada?

Problema n° 4)

Desde un 5° piso de un edificio se arroja una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 90 km/h, ¿cuánto tardará en llegar a la altura máxima?

Problema n° 5)

Un auto choca a 60 km/h contra una pared sólida, ¿desde qué altura habría que dejarlo caer para producir el mismo efecto

Problema n° 6)

Se lanza una pelota hacia arriba y se recoge a los 2 s, calcular:

a) ¿Con qué velocidad fue lanzada?

b) ¿Qué altura alcanzó?

Problema n° 7)

Se lanza una pelota de tenis hacia abajo desde una torre con una velocidad de 5 m/s.

a) ¿Qué velocidad tendrá la pelota al cabo de 7 s?

b) ¿Qué espacio habrá recorrido en ese tiempo?

Problema n° 8)

Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba con una velocidad de 60 km/h, se desea saber la altura máxima alcanzada, la velocidad que posee al cabo de 4 s y a los 30 s, la altura alcanzada a los 8 s, el tiempo total que se encuentra en el aire.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Problema n° 9)

Se dispara verticalmente hacia arriba un objeto desde una altura de 60 m y se observa que emplea 10 s en llegar al suelo. ¿Con que velocidad se lanzo el objeto?

Problema n° 10)

Se lanza verticalmente hacia abajo una piedra de la parte alta de un edificio de 14 pisos, llega al suelo en 1,5 s, tomando en cuenta que cada piso mide 2,6 m de altura. Calcular la velocidad inicial de la piedra y la velocidad al llegar al piso.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Trabajo Práctico de tiro vertical.

Resolver los siguientes ejercicios:

En todos los casos usar $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Problema n° 1)

Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba con una velocidad de 25 m/s, ¿qué altura alcanzará?

Problema n° 2)

Un niño dispara una piedra con una honda, verticalmente hacia arriba, desde la planta baja de un edificio. Un amigo ubicado en el piso 7 (21 m), ve pasar la piedra con una velocidad de 3 m/s. Calcular:

- ¿A qué altura llega la piedra respecto del suelo?
- ¿Qué velocidad tendrá la piedra al segundo de haber sido lanzada?
- ¿Cuánto tardará en llegar desde el 7° piso a la altura máxima?

Problema n° 3)

Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba, alcanzando una velocidad de 8 m/s al llegar a un tercio de su altura máxima.

- ¿Qué altura máxima alcanzará?
- ¿Cuál es su velocidad inicial?
- ¿Cuál es la velocidad media durante el primer segundo del movimiento?

Problema n° 4)

Se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba de forma tal que al cabo de 4 s regresa al punto de partida. Calcular la velocidad con que fue lanzado.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Problema n° 5)

Desde un globo, a una altura de 175 m sobre el suelo y ascendiendo con una velocidad de 8 m/s, se suelta un objeto. Calcular:

- a) La altura máxima alcanzada por éste.
- b) La posición del objeto al cabo de 5 s.
- c) La velocidad del objeto al cabo de 5 s.
- d) El tiempo que tarda en llegar al suelo

Problema n° 6)

Un cuerpo es arrojado verticalmente hacia arriba y pasa por un punto a 36 m, por debajo del de partida, 6 s después de haber sido arrojado.

- a) ¿Cuál fue la velocidad inicial del cuerpo?
- b) ¿Qué altura alcanzó por encima del punto de lanzamiento?
- c) ¿Cuál será la velocidad al pasar por un punto situado a 25 m por debajo del de lanzamiento?

Problema n° 7)

Un cuerpo es soltado desde un globo que desciende a una velocidad constante de 12 m/s. Calcular:

- a) La velocidad adquirida al cabo de 10s.
- b) La distancia recorrida al cabo de 10 s.



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

Trabajo Práctico de caída libre.

Resolver los siguientes ejercicios:

En todos los casos usar $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Problema n° 1)

Desde el balcón de un edificio se deja caer una manzana y llega a la planta baja en 5 s.

- ¿Desde qué piso se dejó caer, si cada piso mide 2,88 m?
- ¿Con qué velocidad llega a la planta baja?

Problema n° 2)

Si se deja caer una piedra desde la terraza de un edificio y se observa que tarda 6 s en llegar al suelo. Calcular:

- A qué altura estaría esa terraza.
- Con qué velocidad llegaría la piedra al piso.

Problema n° 3)

¿De qué altura cae un cuerpo que tarda 4 s en llegar al suelo?

Problema n° 4)

Un cuerpo cae libremente desde un avión que viaja a 1,96 km de altura, ¿cuánto demora en llegar al suelo?

Problema n° 5)

Un cuerpo cae libremente desde el reposo. Calcular:

- La distancia recorrida en 3 s,
- La velocidad después de haber recorrido 100 m,



MÓDULO DE FÍSICA

MODALIDAD: TUTORÍAS (SEMIPRESENCIAL).

PROFESORA: ISOLDA MANAVELLA.

c) el tiempo necesario para alcanzar una velocidad de 25 m/s,

d) el tiempo necesario para recorrer 300 m, desde que cae.

Problema n° 6)

Se deja caer una piedra en un pozo y al cabo de 10 s se oye el choque contra el fondo, si la velocidad del sonido es de 330 m/s, ¿cuál es la profundidad del pozo?

Problema n° 7)

¿Desde qué altura debe caer el agua de una presa para golpear la rueda de una turbina con velocidad de 30 m/s?

Responder el siguiente cuestionario:

Pregunta n° 1) ¿Qué tipo de movimiento es la caída de los cuerpos?

Pregunta n° 2) Cuando un cuerpo cae libremente, ¿cómo varia su velocidad?

Pregunta n° 3) Cuando un cuerpo cae libremente, ¿cómo varia su aceleración?

Pregunta n° 4) ¿Cómo se produce la caída de los cuerpos en el vacío?