FISICA - GRADO 10. (Copiar en hojas cuadriculadas tamaño carta)

1. ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD

Es bien sabido que, en ausencia de resistencia del aire, todos los objetos que se dejan caer cerca de la superficie de la Tierra caen hacia ella con la misma aceleración constante, bajo la influencia de la fuerza de gravedad de la Tierra. No fue sino hasta alrededor de 1600 que se aceptó esta conclusión. Antes de esta época, las enseñanzas del filósofo griego Aristóteles (384-322a.C.) sostenían que los objetos más pesados caían más rápido que los ligeros.

El italiano Galileo Galilei originó las ideas actuales acerca de los objetos que caen. Hay una leyenda de que Galileo demostró el comportamiento de los objetos que caen, al observar que dos masas diferentes, soltadas simultáneamente de la Torre Inclinada de Pisa, golpeaban el suelo aproximadamente al mismo tiempo. Aunque hay ciertas dudas de que Galileo llevó a cabo este experimento particular, está bien establecido que Galileo realizó muchos experimentos sobre objetos en movimiento en planos inclinados.

En sus experimentos, hacia rodar bolas de masas diferentes, por un plano ligeramente inclinado y media las distancias que recorrían en intervalos de tiempo sucesivos. El propósito del plano inclinado era reducir la aceleración, lo que hizo posible que tomara mediciones precisas de los intervalos de tiempo. Al aumentar gradualmente la pendiente del plano, al final, fue capaz de extraer conclusiones acerca de los objetos en caída libre, porque una bola en caída libre, es equivalente a una bola que se mueve por un plano inclinado vertical.

Cuando se usa la expresión *objeto en caída libre* no necesariamente se hace referencia a un objeto que se suelta desde el reposo. **Un objeto en caída libre es cualquier objeto que se mueve libremente, sólo bajo la influencia de la gravedad, sin importar su movimiento inicial. Los objetos que se lanzan hacia arriba o hacia abajo y los que se liberan desde el reposo, están todos en caída libre una vez que se liberan. Cualquier objeto en caída libre experimenta una aceleración dirigida *hacia abajo*, sin importar su movimiento inicial.**

Si se ignora la resistencia del aire y se supone que la aceleración de caída libre no varía con la altitud en distancias verticales cortas, el movimiento de un objeto en caída libre que se mueve verticalmente, es equivalente al movimiento de una partícula bajo aceleración constante en una dimensión. Debido a eso, se aplican las ecuaciones desarrolladas en el movimiento uniformemente variado, para objetos que se mueven con aceleración constante.

La única modificación que se necesita hacer en estas ecuaciones para los objetos en caída libre, es notar que el movimiento ocurre en la dirección vertical (la dirección $\boldsymbol{y}$) y que la aceleración es hacia abajo y tiene una magnitud de $10\ m/s^2$. En consecuencia, siempre se elegirá $a_y = -g = -10\ m/s^2$, donde el signo negativo significa que la aceleración de un objeto en caída libre es hacia abajo.

En 1589 Galileo Galilei (1564-1642) comprobó que en ausencia de la resistencia del aire, es decir en el vacío, **todos los cuerpos**, tanto los livianos como los pesados, caen con la misma aceleración uniforme. A esta aceleración se le denomina **aceleración de la gravedad** y se le asigna el símbolo **g**. Su valor aproximado es: $\boldsymbol{g = 10 m/s^2}$.

La fuerza de gravedad es el resultado de la interacción entre la masa de la Tierra y la masa de cualquier cuerpo cerca a la superficie terrestre. Se producen entonces una par de fuerzas de acción-reacción. Sin embargo, dado que la masa de la Tierra es mucho mayor que la de cualquier cuerpo sobre la superficie terrestre, la fuerza dominante es aquella ejercida por la Tierra sobre los demás cuerpos y no la contraria.

Los cuerpos lanzados verticalmente hacia arriba o hacia abajo y los que se sueltan desde el reposo caen libremente una vez que se han liberado.

2. CAÍDA LIBRE

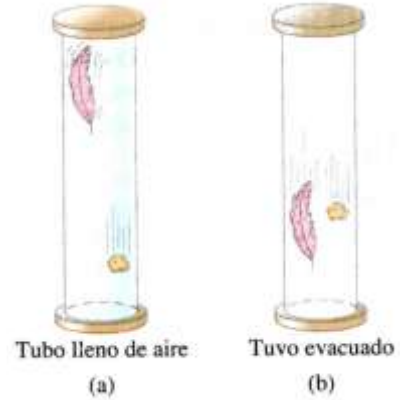
Cualquier objeto que cae libremente, experimenta una aceleración dirigida hacia abajo, independientemente de su movimiento inicial.

El movimiento de un cuerpo que cae libremente y sin resistencia del aire, es equivalente al movimiento en una dirección y con aceleración constante, pero en la dirección vertical $\boldsymbol{y}$, con la aceleración dirigida hacia abajo, o sea: $\boldsymbol{a_y = -g}$.

La velocidad de un cuerpo que cae libremente en el aire o en otro fluido, no aumenta indefinidamente. Si el objeto cae lo suficiente, alcanzará una velocidad máxima, que se llama **velocidad terminal.** La velocidad máxima se alcanza cuando la fuerza de la resistencia del aire, que aumenta con la velocidad, alcanza una magnitud igual pero en sentido contrario a la fuerza de la gravedad.

En la figura anterior, en a) se dejan caer al mismo tiempo una pelota y una hoja de papel. En b) lo mismo, pero el papel está hecho una bola.

FISICA - GRADO 10. (Copiar en hojas cuadriculadas tamaño carta)



Se dejan caer simultáneamente una piedrita y una plumita: a) en el aire, b) en el vacío.

Si dentro de un tubo cerrado que contiene aire se dejan caer desde la parte superior, una piedrita y una plumita, entonces, la piedra cae más rápido que la plumita.

Si al tubo cerrado se le extrae el aire, formando un vacio, y se vuelven a dejar caer desde la parte superior, una piedrita y una plumita, entonces, la piedra y la plumita, caen al mismo tiempo, pues ya no hay resistencia del aire.

3. ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE $\boldsymbol{a = -g}$

Como el movimiento de caída libre es un caso particular del movimiento uniformemente variado o acelerado (MUV), las ecuaciones son las mismas, solo que el valor de la aceleración será $\boldsymbol{g}$, y en lugar de considerar el desplazamiento en la dirección horizontal en $\boldsymbol{x}$, se lo considera verticalmente en $\boldsymbol{y}$.

La fórmula para la **velocidad** es: $\boldsymbol{v_f = v_{iy} - gt}$.

La fórmula para el **desplazamiento** es: $\boldsymbol{y - y_{iy} = v_{iy}t - \frac{1}{2}gt^2}$.

Otra fórmula adicional para la velocidad es: $\boldsymbol{v_f^2 = v_{iy}^2 - 2g(y - y_i)}$.

Por lo general $\boldsymbol{y_i = 0\ m}$, es decir que la posición inicial vertical es el nivel del suelo o el nivel desde el cual es lanzado o soltado el cuerpo. En consecuencia las ecuaciones anteriores expresadas en forma general son:

$$\boldsymbol{v_f = v_{iy} - gt}.$$

$$\boldsymbol{y = v_{iy}t - \frac{1}{2}gt^2}.$$

$$\boldsymbol{v_f^2 = v_{iy}^2 - 2gy}.$$

4. LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA

Cuando se lanza un cuerpo verticalmente hacia arriba, imprimiéndole una velocidad inicial $\boldsymbol{v_i}$, empieza a subir disminuyendo continuamente su velocidad hasta detenerse por completo. Lo anterior se debe a la acción de la fuerza de aceleración de la gravedad, que va dirigida hacia el centro de la Tierra, es decir **verticalmente hacia abajo**. Luego, el cuerpo empieza a descender, moviéndose en sentido contrario al inicial y aumentando continuamente su velocidad, hasta estrellarse contra el suelo.

5. ALTURAURA MÁXIMA $\boldsymbol{y_{max}}$

Al alcanzar la altura máxima, la velocidad final $\boldsymbol{v_f}$ se vuelve cero.

Como: $v_f^2 = v_{iy}^2 - 2gy$, entonces: $0 = v_{iy}^2 - 2gy$, resulta: $\boldsymbol{y_{max} = \frac{v_{iy}^2}{2g}}$.

6. TIEMPO DE SUBIDA $\boldsymbol{t_s}$

Es el tiempo que demora un objeto en alcanzar la altura máxima. Como: $v_f = v_{iy} - gt$, entonces: $0 = v_{iy} - gt$, resulta: $\boldsymbol{t_s = \frac{v_{iy}}{g}}$.

7. TIEMPO TOTAL O TIEMPO DE VUELO $\boldsymbol{t_{tot}}$

Es el tiempo que emplea un objeto lanzado verticalmente hacia arriba, en regresar al punto de partida. Al regresar al suelo, la altura $\boldsymbol{y}$ del cuerpo lanzado será cero, porque se halla nuevamente al nivel del suelo. Como: $y = v_{iy}t - \frac{1}{2}gt^2$, entonces: $0 = v_{iy}t - \frac{1}{2}gt^2$, luego: $0 = t\left(v_{iy} - \frac{1}{2}gt\right)$, de donde resulta:

$$\boldsymbol{t_{tot} = \frac{2v_{iy}}{g}}.$$

Un objeto lanzado verticalmente hacia arriba, al regresar al punto de partida, tiene la misma velocidad que tenía al principio, pero en sentido contrario y por lo tanto con signo negativo.

El movimiento de un objeto lanzado hacia arriba, es simétrico con respecto a la altura máxima, es decir que el tiempo de subida será igual al tiempo de bajada, y la suma de los dos, será igual al tiempo total o tiempo de vuelo:

$$\boldsymbol{t_{tot} = t_s + t_b}.$$