

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS
LABORATORIO DE FÍSICA A

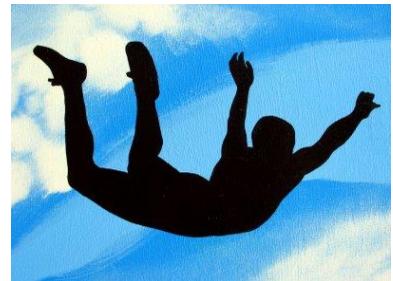


Profesor:

Jng. Carlos Alberto Martínez Briones

Título de la práctica:

“Caída Libre”



Realizado por:

Miriam Vanessa Hinojosa Ramos

Grupo de trabajo:

**Eduardo Granja
Vanessa Hinojosa
Carlos Lecaro**



Fecha de entrega:

Jueves, 1 de julio de 2010

Paralelo:

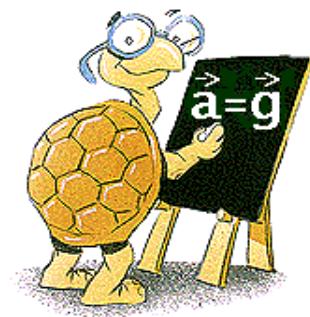
13

Semestre:

Primer término

Año:

2009 - 2010



RESUMEN:

En esta práctica de caída libre mediante las ecuaciones conocidas para este fenómeno físico, se realizaron las respectivas deducciones y se logró establecer el valor experimental de la gravedad y su correspondiente error por medio de gráficas. Para obtener los datos se realizaron mediciones de tiempos de caída a diferentes alturas con equipos de precisión como el contador digital y el disparador. Esto nos permitió comprobar que el movimiento analizado es de tipo uniformemente variado. Se recomienda para la práctica realizar las mediciones cuidadosamente a fin de minimizar errores.



ABSTRACT:

In this practice of free fall, using the equations known for this physical phenomenon, the respective deductions were realized and it was established the experimental value of the gravity and its own mistake by graphs. To obtain the information, there were realized measurements of times of fall for different heights by equipments of precision as the digital counter and the shooter. This allowed us to verify that the analyzed movement is of uniformly varied type. An excellent recommendation for this practice is to realize the measurements carefully in order to reduce mistakes.



OBJETIVOS:

- ✓ Verificar que un cuerpo en caída libre, recorre distancias proporcionales al cuadrado de los tiempos de caída.
- ✓ Demostrar que un cuerpo en caída libre describe un movimiento uniformemente variado.
- ✓ Determinar el valor de la gravedad.

INTRODUCCIÓN:

Contexto Histórico

El científico italiano Galileo Galilei, fue el primero en demostrar en el año de 1590, que todos los cuerpos ya sean grandes o pequeños, en ausencia de fricción, caen a la Tierra con la misma aceleración. Por tanto, si dejamos caer desde cierta altura una piedra grande y una pequeña, las dos piedras caerán al suelo en el mismo tiempo.

Galileo mostró que todos los objetos que caen experimentan la misma aceleración sin importar su masa. Esto es estrictamente cierto si la resistencia del aire es insignificante, es decir, si los objetos están en caída libre, pero lo es de forma aproximada cuando la resistencia del aire es pequeña en comparación con el peso del objeto que cae.

Este experimento, del cual se dice que Galileo lo realizó desde la Torre Inclinada de Pisa, acabó con la idea aristotélica de que un objeto que pesa diez veces más que otro debería caer diez veces más aprisa que el objeto más ligero. El experimento de Galileo era convincente, pero Galileo no sabía por qué las aceleraciones eran iguales. La explicación está en la <Segunda Ley de Newton>.

Recuerda que la masa (cantidad de materia) y el peso (fuerza debida a la gravedad) son proporcionales. Así que una bala de cañón de 10 Kg. experimenta diez veces más fuerza gravitacional (peso) que una piedra de 1 Kg. Resultará claro que una fuerza diez veces mayor que actúa sobre una cantidad de masa diez veces más grande produce la misma aceleración que la fuerza más pequeña que se ejerce sobre la masa más pequeña.

Con base en estos resultados, podemos afirmar que la aceleración gravitacional produce sobre los cuerpos que caen libremente, un movimiento uniformemente variado, motivo por el cual, su velocidad va aumentando en forma constante, mientras la aceleración permanece fija.

Al hacer la medición de la aceleración de la gravedad en distintos lugares de la Tierra, se ha encontrado que ésta, no es igual en todas partes, sino que existen pequeñas diferencias; sin embargo, para fines prácticos, el valor aceptado es de 9.8066 m/s^2 , cantidad que redondeada, puede considerarse en forma aproximada como 9.8 m/s^2 . No olvidemos que la aceleración de la gravedad es una magnitud vectorial y cuya dirección está dirigida hacia el centro de la Tierra.

Movimiento de Caída libre

Es el movimiento determinado, exclusivamente, cuando el cuerpo en cuestión solamente está siendo influenciado por el campo gravitacional de la Tierra y sin estar impedido por un medio que pudiera producir una fuerza de fricción o de empuje.

En otras palabras, es un movimiento ideal de un objeto en el que se desprecian, el rozamiento y viscosidad del aire y otros factores dejando un movimiento libre

influenciado sólo por la atracción de la Tierra, la misma que es uniforme porque no varía significativamente dentro del marco de referencia considerado.

Las condiciones iniciales del movimiento en caída libre, no alteran el tipo de movimiento; esto significa que si el objeto tiene una velocidad inicial hacia arriba o hacia abajo esto no cambia su condición de movimiento en caída libre.

Marco Teórico de la Práctica

Se conoce que todo cuerpo situado sobre la superficie de la tierra experimenta la acción continua de una fuerza constante "su peso"; de no existir obstáculo alguno: fuerza de rozamiento del aire, presión, o cualquier otra interacción, dicha acción pondría en movimiento uniformemente acelerado al cuerpo, esto ya fue demostrado por Galileo concluyendo que el desplazamiento del objeto no es proporcional al tiempo de caída, sino al cuadrado de los tiempos.

$$H \sim t^2$$

Ec. 1

Para la distancia recorrida en la caída libre de un cuerpo, se considera que durante todo el recorrido la fuerza de atracción gravitacional es constante. Por lo tanto, la aceleración del cuerpo también será constante y por consiguiente, las leyes a que obedece el movimiento en caída libre son las del movimiento uniformemente acelerado. El desplazamiento se lo determina a partir de la siguiente ecuación:

$$Y - Y_0 = V_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

Ec. 2

Donde Y es la coordenada de posición para el tiempo t , Y_0 la posición inicial, V_0 la velocidad inicial y g la aceleración de la gravedad.

Considerando que parte del reposo $V_0 = 0$. Reemplazando el desplazamiento por $H = Y - Y_0$ se tiene:

$$H = \frac{1}{2} g t^2$$

Ec. 3

El cuerpo en caída libre es una esfera metálica que se suelta de una abrazadera especial que sujetla la esfera. El lanzamiento se produce al accionar el disparador, el tiempo de caída se registra usando un contador digital de tiempo, que detiene el conteo cuando la esfera cae en la canastilla de recepción.

La velocidad V al final del desplazamiento H puede ser calculado considerando que para el Movimiento Uniformemente Variado, la velocidad media es:

$$\bar{V} = \frac{V + V_0}{2}$$

Ec. 4

De donde para $V_0 = 0$.

$$V = 2\bar{V}$$

Ec. 5

Reemplazando en la velocidad media $\bar{V} = \frac{H}{t}$, se tiene la velocidad para el tiempo t .

$$V(t) = 2 \frac{H}{t}$$

Ec. 6

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

Materiales

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ✓ Soporte y canastilla de recepción | ✓ Agarradera |
| ✓ Disparador | ✓ Cinta métrica o regla de madera |
| ✓ Esfera metálica | ✓ Contador digital |
| ✓ Prensa | (Ver Figura 1) |

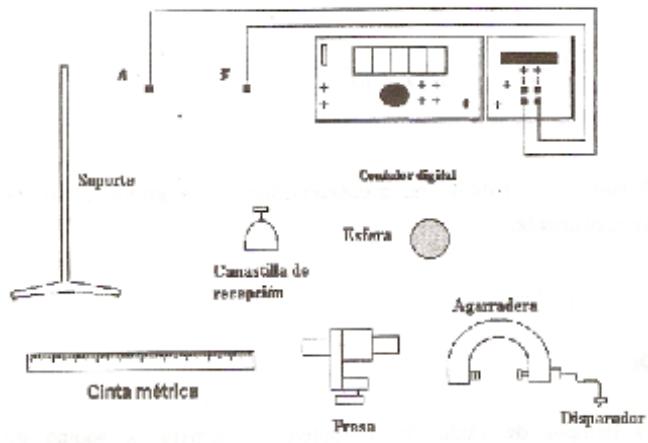


FIGURA 1

Breve Descripción

Experimentalmente trataremos de comprobar que el desplazamiento de un objeto en caída libre que parte del reposo sea proporcional al cuadrado de los tiempos empleados.

$$Y - Y_0 = kt^2$$

Donde k y Y_0 son una constante de proporcionalidad y la altura inicial del lanzamiento respectivamente. (Ver Figura 2)

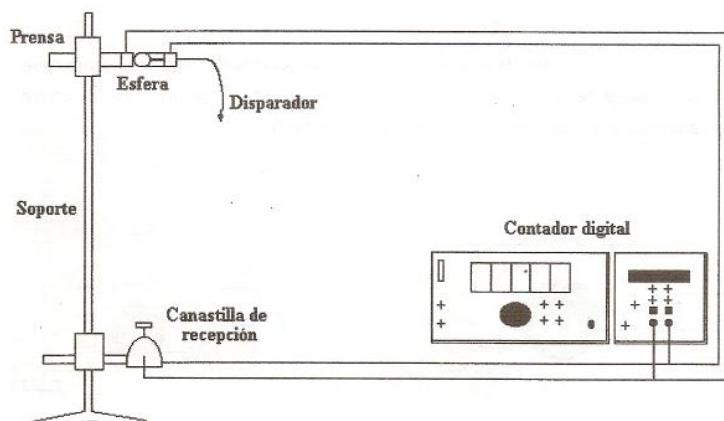


FIGURA 2

Experimento

1. Una vez que hemos entendido la teoría explicada por el profesor, se procederá a armar el equipo de experimentación necesario para medir los tiempos de caída de la esfera. Este sistema está conformado por: soporte, canastilla, abrazadera, disparador y contador digital. (Ver Figura 3)

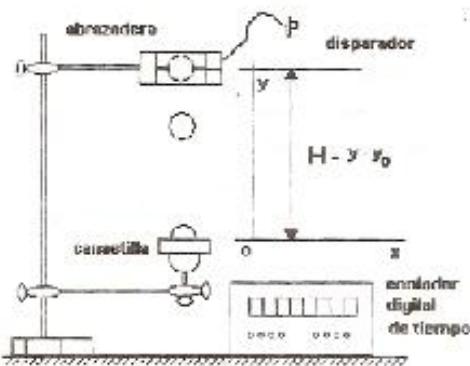


FIGURA 3

2. Encender el contador digital y encenderlo oportunamente antes de tomar cada medición.
3. Antes de establecer las alturas, es menester tener la canastilla de recepción de la esfera levantada, ya que al producirse el impacto parte de la cantidad de movimiento de la esfera $P = m V$ se transfiere a la canastilla y la esfera no rebota fuera de la canastilla. (Ver Figura 4)

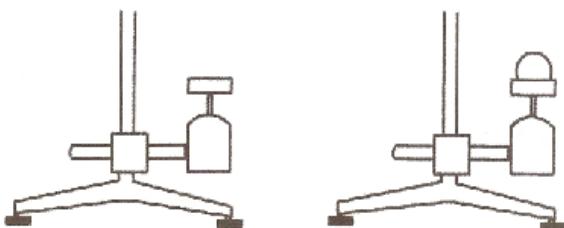


FIGURA 4

4. Medir la altura de lanzamiento $H = Y - Y_0$ desde la marca roja de la abrazadera a la parte intermedia de la canastilla de recepción cuando se encuentra en la posición indicada en el diagrama.
5. La esfera se sujetará entre los dos topes de la abrazadera de lanzamiento presionando el tope del disparador, el diámetro de la esfera deberá coincidir con la marca roja de la abrazadera. (Ver Figura 5)

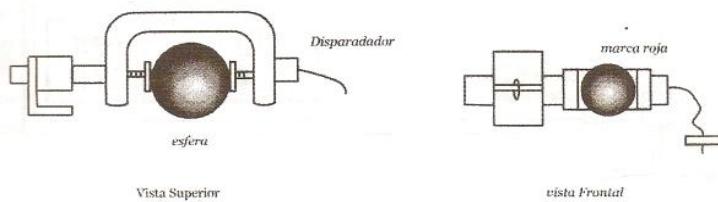


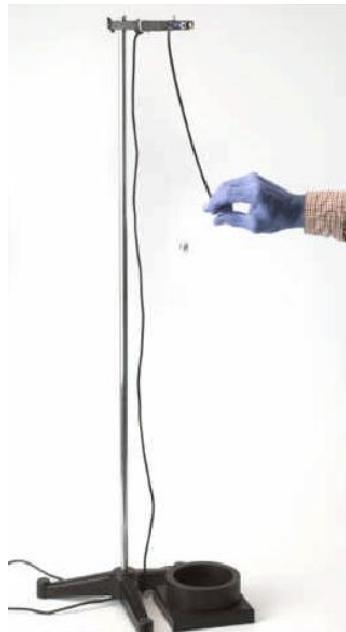
FIGURA 5

6. Soltar el disparador, al caer la esfera observar el tiempo indicado por el contador digital y registrarlo en nuestra tabla de datos.
7. Repetir el proceso (pasos 5 y 6) dos veces más para recopilar tres lecturas correspondientes a una misma altura.
8. Cambiar la altura de lanzamiento manipulando la perilla de la agarradera con cuidado de manera que se repita el proceso (pasos 3,4,5,6 y 7) 6 veces a más de la primera medición, obteniendo para cada altura los respectivos tiempos de caída de la esfera.

Fotos del Experimento



Paso 1



Paso 4



Paso 6

RESULTADOS:

Datos Experimentales:

Tablas.-

Tabla 1.- Mediciones Registradas:

Alturas de Lanzamiento H (cm) ± ΔH = ± 1.0 (cm)	Tiempos de Caída t (s) ± Δt = ± 0.001 (s)
100.0	0.454 - 0.451 - 0.453
90.0	0.427 - 0.429 - 0.433
80.0	0.405 - 0.403 - 0.404
70.0	0.378 - 0.377 - 0.375
60.0	0.355 - 0.353 - 0.357
50.0	0.320 - 0.319 - 0.317
40.0	0.285 - 0.284 - 0.283

Tabla 2.- Valores Promedios para Mediciones Registradas:

Alturas de Lanzamiento H (cm) $\pm \Delta H = \pm 1.0$ (cm)	Tiempos Promedios \bar{t} (s) $\pm \Delta \bar{t} = \pm 0.001$ (s)
100.0	0.453
90.0	0.430
80.0	0.404
70.0	0.377
60.0	0.355
50.0	0.319
40.0	0.284

Tabla 3.- Cuadrados de los Valores Promedios de los Tiempos:

Alturas de Lanzamiento H (cm) $\pm \Delta H = \pm 1.0$ (cm)	Cuadrados de Tiempos Promedios \bar{t}^2 (s ²) $\pm \Delta \bar{t} = \pm 0.001$ (s ²)
100.0	0.205
90.0	0.185
80.0	0.163
70.0	0.142
60.0	0.126
50.0	0.102
40.0	0.081

Tabla 4.- Velocidades Medias para Tiempos Promedios:

Alturas de Lanzamiento H (m) $\pm \Delta H = \pm 0.1$ (m)	Tiempos Promedios \bar{t} (s) $\pm \Delta \bar{t} = \pm 0.001$ (s)	Velocidades Medias $V = 2H/t$ (m/s) $\pm \Delta V = \pm 0.001$ (m/s)
1.0	0.453	4.415
0.9	0.430	4.186
0.8	0.404	3.960
0.7	0.377	3.714
0.6	0.355	3.380
0.5	0.319	3.135
0.4	0.284	2.817

Gráficos.-

Gráfico 1.- Altura de Lanzamiento versus Tiempos de Caída

Gráfico 2.- Altura de Lanzamiento versus Tiempos de Caída (Linealizado)

Gráfico 3.- Velocidad Media versus Tiempos de Caída

Gráfico 4.- Altura de Lanzamiento versus Tiempos de Caída (papel log)

Cálculos.-

Gráfico 2.- Altura de Lanzamiento versus Tiempos de Caída (Linealizado)

Cálculo de la Pendiente:

$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$m = \frac{11 * 6}{17 * (8 * 10^{-3})} = \frac{66}{0.1}$$

$$m = 485.3 \pm 0.1$$

Ecuación Empírica:

$$Y = 485.3x^2$$

Comparación de ecuaciones:

$$\begin{cases} H = \frac{1}{2}gt^2 \\ Y = kx^2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{1}{2}g \\ g &= 2k \end{aligned}$$

Cálculo de la gravedad experimental:

$$g_{exp} = 2 * 485.3$$

$$g_{exp} = 971.0 \pm 1.0 \frac{cm}{s^2}$$

Cálculo del error porcentual de la gravedad:

$$\%g = \left| \frac{g_{teó} - g_{exp}}{g_{teó}} \right| * 100$$

$$\%g = \left| \frac{980 - 971}{980} \right| * 100$$

$$\%g = 0.9 \cong 1\%$$

Gráfico 3.- Velocidad Media versus Tiempos de Caída

Cálculo de la Pendiente:

$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$m = \frac{10 * 0.25}{13 * (20 * 10^{-3})} = \frac{2.5}{0.26}$$

$$m = 9.6 \pm 0.1$$

Ecuación Empírica:

$$Y = 9.6x$$

Comparación de ecuaciones:

$$\begin{cases} V = gt \\ Y = kx \end{cases}$$

$$\begin{aligned} k &= g \\ g &= k \end{aligned}$$

Cálculo de la gravedad experimental:

$$g_{exp} = 9.6 \pm 0.1 \frac{m}{s^2}$$

Cálculo del error porcentual de la gravedad:

$$\%g = \left| \frac{g_{teó} - g_{exp}}{g_{teó}} \right| * 100$$

$$\%g = \left| \frac{9.8 - 9.6}{9.8} \right| * 100$$

$$\%g = 1.89 \cong 2\%$$

Gráfico 4.- Altura de Lanzamiento versus Tiempos de Caída (papel log)

Cálculo de la Pendiente:

Primer Método

$$n = \frac{\log(Y_2) - \log(Y_1)}{\log(X_2) - \log(X_1)}$$

$$n = \frac{\log(20) - \log(2.5)}{\log(0.2) - \log(0.07)} = \frac{0.9}{0.46}$$

$$n = 1.981 \cong 2$$

Segundo Método

$$n = \frac{\Delta y/y}{\Delta x/x}$$

$$n = \frac{5.4/6}{2.7/5.9} = \frac{0.9}{0.46}$$

$$n = 1.981 \cong 2$$

Cálculo del Corte en la Ordenada:

$$Y_0 = \frac{Y}{x^n}$$

$$Y_0 = \frac{20}{0.2^{1.981}} = 484.9 \cong 485$$

Ecuación Empírica:

$$Y = 485x^2$$

Comparación de ecuaciones:

$$\begin{cases} H = \frac{1}{2}gt^2 \\ Y = Y_0x^n \end{cases}$$

$$Y_0 = \frac{1}{2}g$$

$$g = 2Y_0$$

Cálculo de la gravedad experimental:

$$g_{exp} = 2 * 484.9$$

$$g_{exp} = 969.9 \pm 1.0 \frac{cm}{s^2}$$

Cálculo del error porcentual de la gravedad:

$$\%g = \left| \frac{g_{teó} - g_{exp}}{g_{teó}} \right| * 100$$

$$\%g = \left| \frac{980 - 970}{980} \right| * 100$$

$$\%g = 1.02 \cong 1\%$$



DISCUSIÓN:

Análisis de la Práctica

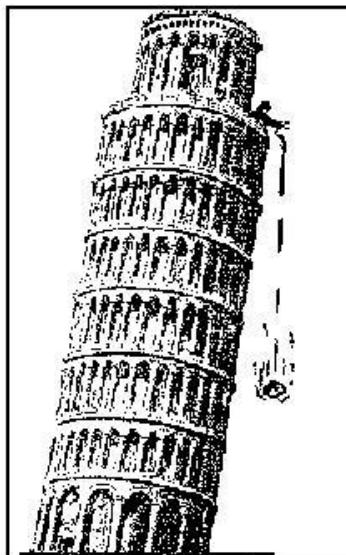
Con los datos obtenidos podremos notar que el cuerpo en caída libre recorre distancias proporcionales al cuadrado de los tiempos de caída. De manera tal, que al realizar el gráfico de H vs. t (papel milimetrado) veremos una tendencia parabólica pero al graficar H vs. t^2 (papel milimetrado) notaremos una tendencia completamente lineal comprobando lo dicho anteriormente.

Luego, para poder demostrar que un cuerpo en caída libre describe un movimiento uniformemente variado será necesario recurrir al gráfico V vs. t (papel milimetrado), el cual nos permitirá observar con claridad que tenemos un MRUV, es decir, que la velocidad aumenta uniformemente con respecto al tiempo generando una misma aceleración para cada instante del recorrido (gravedad).

En ambos gráficos, tanto para H vs. t^2 como V vs. t podremos obtener la pendiente, de forma que al compararla con la ecuación para cada gráfica siempre obtendremos una relación con la gravedad. En el primer caso $k=\frac{1}{2}g$ y para el segundo $k=g$, hallando respectivamente el error en cada uno para determinar que tan precisas fueron nuestras mediciones.

Para terminar de demostrar la gravedad de manera experimental, es menester que realicemos un último gráfico de H vs. t , esta vez en papel logarítmico, al semejar la ecuación respectiva con la del gráfico notaremos que la pendiente es 2 y el corte en la ordenada será quien esté relacionado con la gravedad experimental mediante la siguiente ecuación $Y_0 = \frac{1}{2}g$.

También cabe recalcar que analizando la propagación de errores dentro de nuestro experimento se redujo la diferencia entre el valor teórico y el valor experimental por lo que nuestro error porcentual se halló dentro del $\pm 5\%$ factible para esta práctica.



CONCLUSIÓN:

- ✓ Se pudo verificar que un cuerpo describe un movimiento de caída libre en tanto que la distancia que este recorre sea directamente proporcional al cuadrado de los tiempos de caída.
- ✓ Con el gráfico V vs t pudimos comprobar que la esfera describió un movimiento uniformemente acelerado debido a que la tendencia lineal de dicho gráfico nos indica que conforme transcurre el tiempo la velocidad aumenta en forma uniforme.
- ✓ En el caso de las tres últimas gráficas pudimos obtener el valor de nuestra gravedad experimental haciendo uso de la comparación con la ecuación empírica del movimiento.
- ✓ Para ser más precisos en los datos tomados, se sugiere que en lugar de usar una regla graduada en centímetros sea en milímetros.
- ✓ Para evitar la propagación de errores provocados por la medición directa de las alturas de lanzamiento se recomienda que se coloque algún aditamento que sostenga la regla en forma paralela al soporte.
- ✓ Para ampliar nuestro rango de valores se podría realizar por cada altura cinco mediciones de tiempo para establecer un rango más aproximado a la realidad.

BIBLIOGRAFÍA:

Recursos Web:

- <http://www.monografias.com/trabajos72/descripcion-caida-libre-cuerpos/descripcion-caida-libre-cuerpos2.shtml>
- http://www.fisicanet.com.ar/fisica/cinematica/tp14_caida_libre.php
- http://www.educapplus.org/movi/4_2caidalibre.html
- http://es.wikipedia.org/wiki/Caida_libre

Textos Consultados:

- [Física Conceptual, G. Hewitt, Paul. . México, Addison Wesley, 3 ed., 1999.](#)
- [Física 1, H. Pérez Montiel. Publicaciones Cultural. México 1996.](#)
- [Guía de Laboratorio de Física A, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ICF, 2005.](#)

PREGUNTAS:

¿Cuál es el propósito de obtener la pendiente en el gráfico logarítmico H vs t ?

El propósito de obtener la pendiente en el gráfico logarítmico H vs t es que éste valor constituye el exponente de la variable independiente cuando se compara con la ecuación empírica $Y = Y_0x^n$.

¿Se puede concluir que el Movimiento es Uniformemente Acelerado? Explique usando el gráfico.

En base al gráfico obtenido V vs. t (papel milimetrado), se puede observar con claridad que sí tenemos un M.R.U.V ya que la velocidad aumenta uniformemente con respecto al tiempo generando una misma aceleración para cada instante del recorrido (gravedad).

Si la canastilla de recepción y la abrazadera se aproximan mutuamente, en cada medición ¿cómo afectaría al gráfico $H=H(t)$ realizado?

Si esto ocurriera el rango de valores de la altura de la caída sería menor, es decir que en la gráfica los puntos lucirían más cercanos en sus coordenadas de la variable dependiente H .

El error en la pendiente sería diferente al usar reglas con diferente graduación. Explique.

Definitivamente sí se reduciría el error ya que las mediciones el utilizar reglas que tengan graduaciones detalladas en milímetros por ejemplo, permitiría obtener mediciones hasta con décimas de milímetros.

¿Cuántas cifras significativas necesita obtener en las mediciones t y H para hacer el gráfico en papel logarítmico propuesto?

El número de cifras significativas que se pueden necesitar dependerá del ciclo en el que se encuentren los datos obtenidos en las mediciones. Por ejemplo si las mediciones están en el orden de 0.01 a 0.1, las cifras significativas necesarias serían dos suponiendo que un dato intermedio sea 0.024.

A partir del gráfico, puede concluir que la fricción del aire afecta el resultado de su medición.

No, ya que se ha idealizado el movimiento, entonces la fricción se ha despreciado debido a que para alturas pequeñas la fricción no afecta los resultados de la medición. Si por el contrario las alturas fueran valores muy grandes, se deberá

considerar la fricción inevitablemente ya que el no contemplarla podría afectar seriamente los datos de las mediciones realizadas.

Si se le diera una velocidad inicial a la esfera, en lugar de soltarla, ¿el resultado de la gravedad obtenido habría cambiado? Explique.

La gravedad tal como hemos comprobado es la misma para cualquier instante del recorrido, por lo tanto el darle una velocidad inicial a la esfera no afectaría el valor de esta constante.

Si dispone de una regla graduada hasta centímetros y otra en milímetros para medir altura H. ¿Cómo afectaría el valor de la gravedad obtenido en el experimento propuesto. (Considere el número de cifras significativas obtenidas en cada caso).

Se hubiera obtenido valores experimentales mucho más cercanos al valor de la aceleración de la gravedad ya que los resultados de las mediciones hubieran generado muchas más cifras significativas al considerarlas hasta con décimas de milímetros.

¿Qué apariencia tendría el gráfico logarítmico realizado si la fricción del aire no se despreciara?

Si se considera la fricción del aire, el gráfico original H vs t no tendría la misma tendencia parabólica lo cual afectaría en el gráfico logarítmico, presentando también un comportamiento diferente al obtenido en la práctica.

Diagrama V DE GOWJN:

DOMINIO CONCEPTUAL

FILOSOFÍA:

Los antiguos griegos pensaban que si se dejaba caer un objeto de masa pequeña y uno de masa grande, llegaría más rápido al suelo, el de masa grande.

TEORÍAS:

Galileo Galilei, fue el primero en demostrar en el año de 1590, que los cuerpos ya sean grandes o pequeños, en ausencia de fricción, caen a la Tierra con la misma aceleración (gravedad).

Se aplica el concepto del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.

PRINCIPIOS Y LEYES:

Los cuerpos libres del entorno caen debido a la fuerza de atracción gravitacional de la Tierra muy poderosa. Intervienen también la Segunda Ley de Newton y las Ecuaciones de Cinemática.

CONCEPTOS CLAVES:

Aceleración, en este caso, la Gravedad g (cm/s^2)
 Altura H (cm)
 Tiempo t (s)
 Velocidad V (m/s)

PREGUNTAS CENTRALES:

¿Qué tipo de movimiento define un cuerpo que se lanza en caída libre?
 ¿Cuál es la relación matemática entre el desplazamiento y el tiempo que tarda en caer un cuerpo?
 ¿Cómo se determina el valor de la gravedad partiendo de datos de altura y de tiempo?

DOMINIO METODOLÓGICO

AFIRMACIONES DE VALOR:

Sabiendo que la caída libre tiene características específicas podemos determinar el valor experimental de la gravedad. Este vector es que el mantiene a los cuerpos "adheridos" a la superficie terrestre.

AFIRMACIONES DE CONOCIMIENTO:

Un cuerpo en Caída Libre recorre distancias proporcionales al cuadrado de los tiempos de caída y describe un movimiento uniformemente variado.

TRANSFORMACIONES:

Gráfico "H vs t^2 "

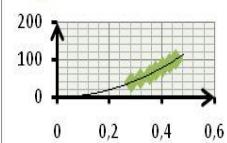


Grafico H vs. T
 Grafico H vs. T^2
 Grafico V vs. T
 Grafico Full-Log H vs. T
 $V = V_0 + gt$; $H = V_0t + \frac{1}{2}gt^2$
 $Y = kx^n$; $Y = Y_0/x^n$

REGISTROS:

Alturas de Lanzamiento H (cm) $\pm \Delta H = \pm 1.0$ (cm)	Tiempos de Caída t (s) $\pm \Delta t = \pm 0.001$ (s)
100.0	0.454 - 0.451 - 0.453
90.0	0.427 - 0.429 - 0.433
80.0	0.405 - 0.403 - 0.404
70.0	0.378 - 0.377 - 0.375
60.0	0.355 - 0.353 - 0.357
50.0	0.320 - 0.319 - 0.317
40.0	0.285 - 0.284 - 0.283



ANEXOS:

BORRADOR DE LA PRÁCTICA