si la medición es estadística y analógica $\longrightarrow$ porque la cantidad de datos es $N=20$

$s = \bar{s} \pm \Delta s$

; $h = \bar{h} \pm \Delta \bar{h}$

① $\Delta h = 2\sigma_{m_h} + EI$

② $\Delta h = 2\dfrac{\sigma}{\sqrt{N}} + EI$

③ $Er = \dfrac{\Delta h}{\bar{h}}$

sensibilidad del tiempo con celular $\rightarrow$ digital 0,01s

sensibilidad de la distancia medida con regla 0,001 m

1 mm

0,1 cm

0,001

4.1 $EI = \dfrac{0{,}001}{2} = 0{,}005\,m$

4.2 $EI = 0{,}01s$

Se considera $\vec{g} = 9{,}8\,m/s^2$

$h_{max} = -\dfrac{1}{2}gt^2$

reemplazando

$\bar{h} = -\dfrac{1}{2}gt^2$

como $\vec{g}$ no es negativo en este ejercicio y se valora la altura y la posición por lo tanto la ecuación se considerara positiva

$\Rightarrow \bar{h} = \dfrac{1}{2}gt^2 /\cdot 2$

$\Rightarrow 2\bar{h} = \bar{g}t^2 /\cdot \dfrac{1}{\bar{g}}$

$\Rightarrow \dfrac{2\bar{h}}{\bar{g}} = t^2$

$\Rightarrow \sqrt{\dfrac{2\bar{h}}{\bar{g}}} = t$ REEMPLAZANDO $\sqrt{\dfrac{2\bar{h}}{\bar{g}}} = \bar{t}$ ⑤

$Er = \dfrac{\Delta t}{\bar{t}}$ ⑥ $\rightarrow$ esta es la formula de precisión

⑦ $\Delta t = 2\sigma_{m_t} + EI$

⑧ $\Delta t = 2\dfrac{\sigma}{\sqrt{N}} + EI$

Terminos conceptuales

$X = \bar{X} \pm \Delta x$

valor promedio de la magnitud física

$\rightarrow$ Valor del error absoluto

error absoluto

Exactitud (Er) se refiere a cuán cerca del valor Teórico o referencial se encuentra el valor medido

Precisión, se refiere a la dispersión de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud; es decir, distancia numérica entre una medida y otras de la misma magnitud

Para el tiempo se va a tomar dos casos

CASO ①

como una medida directa porque se midió en el celular por lo tanto ocupar los valores en la tabla excel y calcular el error (Δt) con la ecuación ⑦, ⑧

CASO ②

como una medida indirecta porque el promedio del tiempo se puede obtener de la ecuación ⑤ por lo tanto para obtener σ_{m_t} se debe calcular con la siguiente ecuación

⑨ $\sigma_{m_t} = \sqrt{\displaystyle\sum_{i=1}^{N}(\sigma_{j_i})^2\left(\dfrac{\partial t}{\partial s}\right)^2}$

es el error de cada variable de la que depende la función

considerando la ecuación ⑨ donde:

$$\sigma_{m_h} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N}(\sigma_{j_i})^2\left(\frac{\partial t}{\partial h}\right)^2}$$

se debe calcular $\partial t/\partial h$, se puede obtener por medio de la ecuación ⑤

$t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$ / si 2 y $\bar{g}$ son constantes y para la derivada debe estar en función de la altura

$\Rightarrow t = \sqrt{\dfrac{2}{\bar{g}}}\cdot\sqrt{h}$

$\Rightarrow t = \left(\dfrac{2}{g}\right)^{1/2}\cdot h^{1/2}$ ⑩

calcular valor de la constante, antes de obtener la derivada

si $\vec{g} = 9{,}8\,m/s^2$

$\left(\dfrac{2}{9{,}8\,m/s^2}\right)^{1/2}$

$\Leftrightarrow (0{,}2)^{1/2}$

$\Leftrightarrow 0{,}45$ ⑪

reemplazando el valor de ⑩ en la ecuación ⑪

$t = 0{,}45\cdot h^{1/2} \,/\, d/dh$

$\Leftrightarrow \dfrac{dt}{dh} = 0{,}45\cdot\dfrac{1}{2}\cdot h^{1/2-1}$ $\rightarrow \dfrac{1}{2} - 1 = \dfrac{1-2}{2} = -\dfrac{1}{2}$

$\Leftrightarrow \dfrac{dt}{dh} = 0{,}225\cdot h^{-1/2}$ $\Leftrightarrow \dfrac{dt}{dh} = 0{,}225\cdot\dfrac{1}{h^{1/2}}$ $\Leftrightarrow \dfrac{dt}{dh} = \dfrac{0{,}225}{\sqrt{h}}$ ⑫

Reemplazando valores de la ecuación ⑫ dentro de ⑨

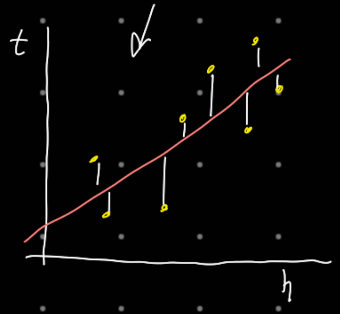
Reemplazando valores de la ecuación

y Tomando una acotación de la docente que $\sigma_{y_i} = \Delta S$

Si ecuación 9

$$\sigma_{mt} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\sigma_{y_i})^2 \left(\frac{\partial t}{\partial h}\right)^2}$$

es el error de cada variable de la que depende la función porque el Tiempo depende de la distancia



Reemplazando

$$\sigma_{mt} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\Delta S)^2 \left(\frac{0{,}225}{\sqrt{\bar{h}}}\right)^2} \quad (13)$$

Praxis de las desviaciones

Para calcular las desviaciones

$\bar{\sigma} \rightarrow$ con 2 cifras significativas

$\sigma_m \rightarrow$ con 1 cifra significativa

método estadístico $N \geq 10$

$\Delta_k = 2\sigma_m + EI$

$\sigma_m = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{N}}$ → con 2 cifras significativa → error típico o error normal del promedio

$$(14) \quad \bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{N}}$$

→ con 1 cifra significativa → desviación estándar de la población Total

método estadístico en una medida indirecta

según la ley de propagación de errores estadísticos establece que:

$$\Delta f = 2\sigma_{mf} = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\sigma_{m_i})^2 \left(\frac{\partial f}{\partial k_i}\right)^2} \quad (15)$$

$$f = \bar{f} \pm \Delta f$$

Tomando en consideración la "Praxis de las desviaciones" por lo Tanto para obtener la medida experimental de una magnitud física en una medición indirecta y estadística, en este caso del Tiempo queda como:

$$t = \bar{t} \pm \Delta t$$

$$t = \bar{t} \pm 2\sigma_{mt}$$

Tomando ecuación (15)

$$t = \bar{t} \pm 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\Delta S)^2 \left(\frac{0{,}225}{\sqrt{\bar{h}}}\right)^2}$$

Desarrollo

Calculando la altura como una medida experimental estadística (N=20) ocupando un instrumento analógico

Si $h = \bar{h} \pm \Delta h$

valores en excel $\bar{h} = 0{,}106$ m (1)

invocando ecuación (1) y (2)

$$\Delta h = 2\sigma_{m_h} + EI \quad (1)$$

$$\Delta h = 2\frac{\bar{\sigma}_h}{\sqrt{N}} + EI \quad (2)$$

invocando ecuación (14)

$$\bar{\sigma}_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N}} \Rightarrow \bar{\sigma}_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (h_i - \bar{h})^2}{N}}$$

reemplazando en ecuación (2)

$$\Delta h = 2\frac{\bar{\sigma}_h}{} + EI$$

Reemplazando EI en (4.1) y resultado (2) deben ser 2 cifras significativas

$\Leftrightarrow \sigma_h = \sqrt{\dfrac{0{,}839}{20}} \Leftrightarrow \sigma_h = 0{,}2048 \sim \sigma_h = 0{,}2$ (2)

= a Mark = a excel

$\Delta h = 2 \cdot \dfrac{0{,}2}{\sqrt{20}} + 0{,}005\,m$

$\Delta h = 2 \cdot \dfrac{0{,}2}{4{,}47} + 0{,}005\,m$

deben ser 1 cifras significativas

$\Delta h = 2 \cdot 0{,}05 + 0{,}005\,m$ (3)

$\Delta h = 0{,}097\,m$

= a Mark

= a excel

Reemplazando resultados (1) y (3) en:

$h = \bar{h} \pm \Delta h$

$h = 0{,}106 \pm 0{,}097\ m$ (4)

Error relativo por la precisión de la medición

Tomando ecuación (6)

$Er_h = \dfrac{\Delta h}{\bar{h}} \rightarrow Er_h = \dfrac{0{,}097}{0{,}106}$ Tomando valores del ejercicio (4)

$Er_h = 0{,}915 \rightarrow Er\% = 91{,}5\%$ (5)

Ahora calcular el Tiempo como una medida directa experimental estadística ($N=20$) ocupando un instrumento analógico

Si $t = \bar{t} \pm \Delta t$

valores en la Tabla el promedio da $\bar{t} = 0{,}29\,s$ (6)

invocando ecuación (14)

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (t_i - \bar{t})^2}{N}}$$

$$\Leftrightarrow \sigma_t = \sqrt{\frac{41{,}71}{20}}$$

$\Leftrightarrow \sigma_t = 1{,}44 \sim \sigma_t = 1{,}44$ (7)

= excel

CASO (1) para la variable Tiempo

Se ocupa ecuación (4) y (8)

$\Delta t = 2\sigma_{mt} + EI$

$\Delta t = 2\dfrac{\sigma_t}{\sqrt{N}} + EI$ Reemplazando EI en (4.7) y resultado (7)

$\Delta t = 2\dfrac{1{,}44}{\sqrt{20}} + 0{,}01$

$\Delta t = 2 \cdot \dfrac{1{,}44}{4{,}47} + 0{,}01$

$\Delta t = 2 \cdot 0{,}3 + 0{,}01$

$\Delta t = 0{,}656\,s$ (8)

Reemplazando resultados de (6) y (8) en:

$t = \bar{t} \pm \Delta t$

$t = 0{,}29 \pm 0{,}656\,s$ (9)

Error relativo por la precisión de la medición

$t = 0{,}29 \pm 0{,}656\,s$ (9)

Tomando ecuación (6)

$Er_t = \dfrac{\Delta t}{\bar{t}} \rightarrow Er_t = \dfrac{0{,}656}{0{,}29}$ Tomando valores del ejercicio (9)

$Er_t = 0{,}442 \rightarrow Er_t\% = 44{,}2\%$ (10)

Ahora calcular el tiempo como una indirecta experimental estadística ($N=20$) ocupando un instrumento digital

Si $t = \bar{t} \pm \Delta t$

valores en la tabla el promedio da $\bar{t} = 0{,}29\ s$ (6)

invocando ecuación (18)

$$\sigma_t = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\Delta h)^2 \left(\frac{0{,}225}{\sqrt{h}}\right)^2}$$

si $\Delta h = 0{,}097\ m$

$\bar{h} = 0{,}106\ m$

$$\sigma_t = \sqrt{(0{,}097)^2 \cdot \left(\frac{0{,}225}{\sqrt{0{,}106}}\right)^2}$$

$$\sigma_t = \sqrt{0{,}0093 \cdot 0{,}478}$$

$$\sigma_t = 0{,}067 \quad (11)$$

CASO (2) para la variable tiempo

Se ocupa ecuación (7) y (8)

$$\Delta t = 2\sigma_{mt} + EI$$

$$\Delta t = 2\sqrt{\sum_{i=1}^{N} (\Delta h)^2 \left(\frac{0{,}225}{\sqrt{h}}\right)^2} + EI$$

Reemplazando EI en (4.2) y resultado (11)

$$\Delta t = 2 \cdot 0{,}067 + 0{,}01$$

$$\Delta t = 0{,}144\ s \quad (12)$$

Tomando la ecuación (5) para calcular el $\bar{t}$

$$\bar{t} = \sqrt{\frac{2\bar{h}}{g}}$$

$$\bar{t} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}106}{9{,}8}} \rightarrow \bar{t} = \sqrt{0{,}216}$$

$$\bar{t} = 0{,}15\ s \quad (13)$$

Reemplazando los resultados de (12) y (13) en:

$$t = \bar{t} \pm \Delta t$$

$$t = 0{,}15 \pm 0{,}144\ s \quad (13)$$

Error relativo por la precisión de la medición

$$E_r = \frac{\Delta t}{\bar{t}} \rightarrow E_r = \frac{0{,}144}{0{,}15} \rightarrow E_r = 0{,}96$$

$$E_r\% = 96\% \quad (14)$$

A partir de los datos obtenidos la precisión para estimar el valor real del tiempo sería

CASO (1)

$E_r\% = 44{,}2\%$ (10)

CASO (2)

$E_r\% = 96\%$ (14)

Por lo tanto la medición más precisa del tiempo fue por medición directa