

PRÁCTICA 4

Dependencia de la irradiancia con el ángulo de incidencia

OBJETIVO

Comprobar la **variación** de la **irradiancia incidente** en una superficie con **el ángulo de incidencia**

LEY DEL COSENO

FUNDAMENTO TEÓRICO:

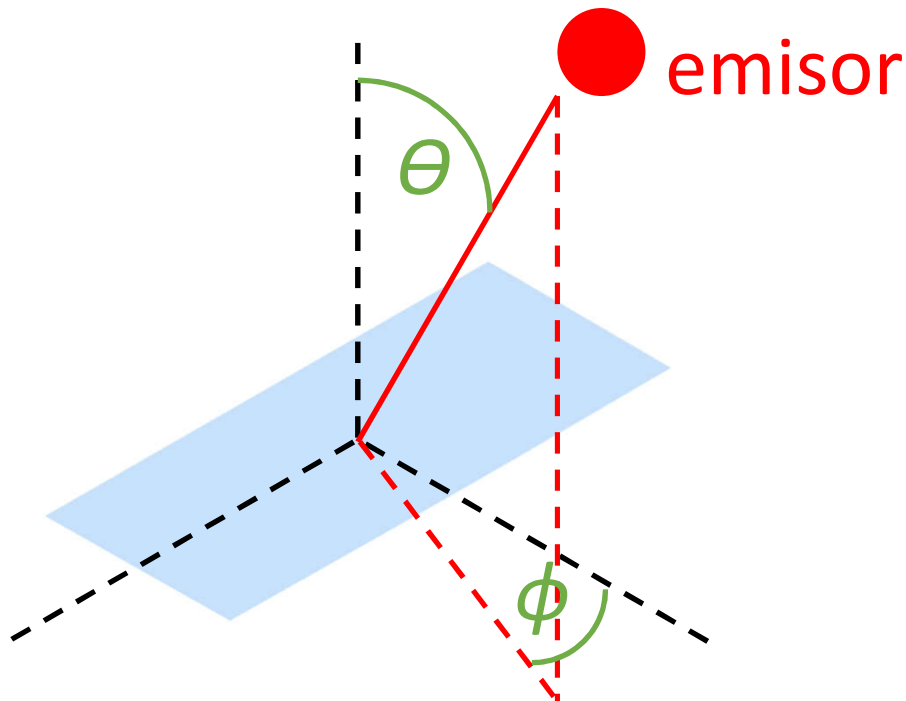
Irradiancia solar: **energía** solar en forma de **radiación incidente** sobre un lugar **por unidad de tiempo y superficie** [W m^{-2}].

Depende de la orientación del foco emisor (el Sol) respecto a la superficie donde incide la radiación de acuerdo con la **ley del coseno**:

$$I(\theta) = I(0) \cos \theta$$

FUNDAMENTO TEÓRICO:

$$I(\theta) = I(0) \cos \theta$$



I : irradiancia.

θ : ángulo cenital (formado entre la línea que une el emisor y la superficie donde incide la radiación, y la línea perpendicular a esta superficie).

MATERIALES

sistema goniométrico



MATERIALES

lámpara de 500 W



MATERIALES

solarímetro con
error relativo del 5 %

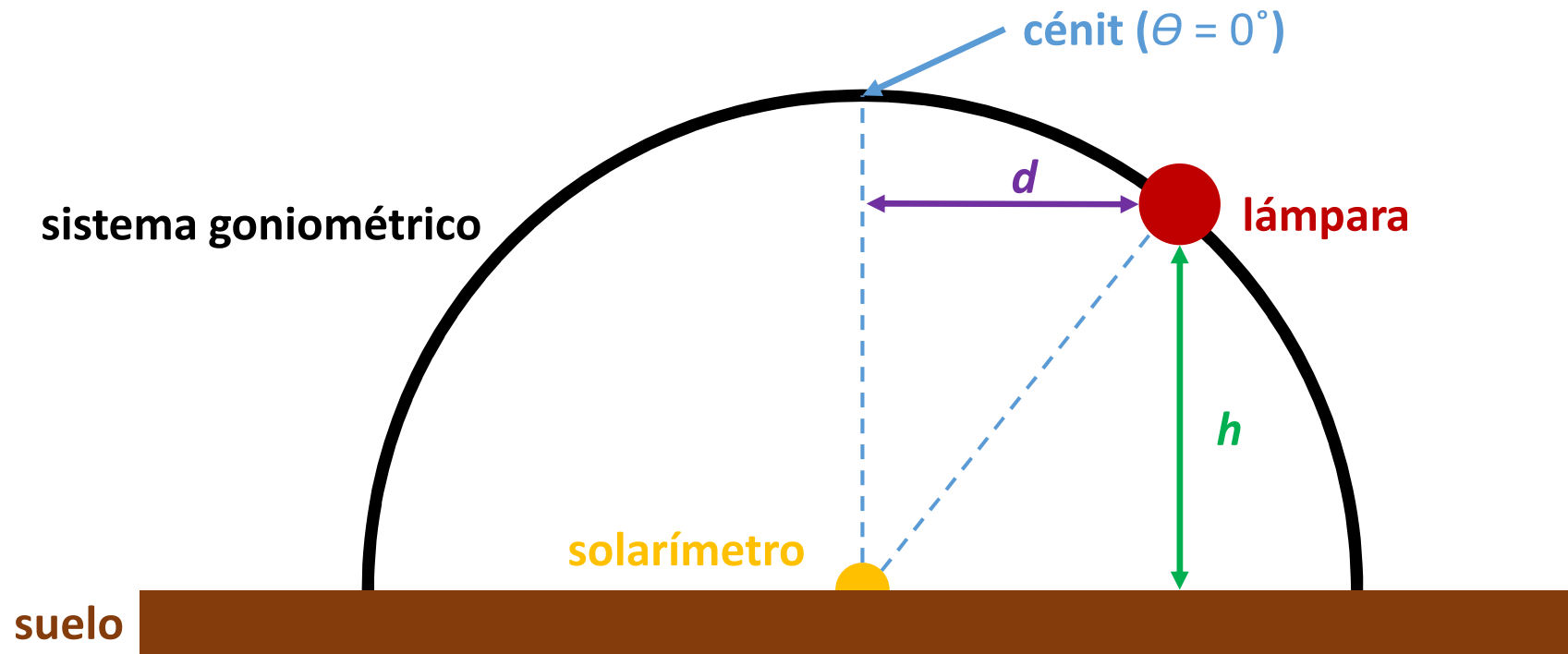


MATERIALES

medidor de distancias láser con
error absoluto de 1 mm



REALIZACIÓN: Medidas



REALIZACIÓN: Medidas

- 1) 10-12 marcas aproximadamente equidistantes en el sistema goniométrico en el intervalo $\theta \in [0, \pi]$ rad.



REALIZACIÓN: Medidas

2) Con la lámpara en cada una de las marcas, se toman 3 medidas de:

- distancia entre la lámpara y la línea que une el solarímetro y el cénit (d)
- distancia entre la lámpara y el plano sobre el que se sitúa el solarímetro (h)
- irradiancia con la lámpara encendida (I_e)
- irradiancia con la lámpara apagada (I_a).

REALIZACIÓN: Medidas

3) Medida de las distancias d y h para la determinación de Θ :

1. Se cuelga, en el sistema goniométrico y desde el cénit, un hilo con un peso.
2. Se coloca una hoja de papel sobre el hilo, a la altura de la lámpara, en el plano perpendicular al suelo y a la línea más corta que une la lámpara con el hilo.
3. Con el láser en un lateral de la lámpara y paralelo al suelo se toma una medida apuntando al papel (d).
4. Se gira el láser $\pi/2$ rad y, apuntando al suelo, se toman una medida (h).

Hay que escoger razonadamente la posición del láser respecto a la lámpara y usar siempre la misma.

REALIZACIÓN: Medidas

4) Medida de las irradiancias:

1. Se enciende la lámpara.
2. Se espera a que se estabilice la lectura del solarímetro.
3. Se toma nota de la lectura estabilizada (I_e).
4. Se apaga la lámpara.
5. Se espera a que se estabilice la lectura del solarímetro.
6. Se toma nota de la lectura estabilizada (I_a).
7. Se toman 2 medidas más.

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

1) Ángulo cenital

1. Se calcula $\theta = \arctan(\bar{d}/\bar{h})$
2. Se calcula el error de θ :

$$\varepsilon(\theta) = \left| \frac{\partial \theta}{\partial \bar{d}} \varepsilon(\bar{d}) \right| + \left| \frac{\partial \theta}{\partial \bar{h}} \varepsilon(\bar{h}) \right|$$

$$= \left| \frac{\varepsilon(\bar{d})/\bar{h}}{1 + (\bar{d}/\bar{h})^2} \right| + \left| \frac{-\varepsilon(\bar{h})/\bar{h}^2}{1 + (\bar{d}/\bar{h})^2} \right|$$

3. Se repiten 1-2 para cada posición de la lámpara
4. Los ángulos vienen dados en radianes.

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

2) Irradiancia lámpara encendida I_e

1. Se calcula el error absoluto para cada medida (el error relativo del solarímetro es del 5 %)

$$\varepsilon(I_e) = 0,05 * I_e$$

2. Se calcula el error absoluto medio

$$\overline{\varepsilon(I_e)} = \sum_{i=1}^3 \varepsilon(I_{ei}) / 3$$

3. Se calcula el error de dispersión $\varepsilon_D(I_e) = \frac{I_{e,\max} - I_{e,\min}}{4}$

4. Se escoge el mayor de los dos errores y se obtiene

$$\bar{I}_e \pm \varepsilon(\bar{I}_e)$$

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

3) Irradiancia lámpara apagada I_a

1. Se calcula el error absoluto para cada medida

$$\varepsilon(I_a) = 0,05 * I_a$$

2. Se calcula el error absoluto medio

$$\overline{\varepsilon(I_a)} = \sum_{i=1}^3 \varepsilon(I_{ai}) / 3$$

3. Se calcula el error de dispersión

$$\varepsilon_D(I_a) = \frac{I_{a,\max} - I_{a,\min}}{4}$$

4. Se escoge el mayor de los dos errores y se obtiene

$$\bar{I}_a \pm \varepsilon(\bar{I}_a)$$

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

4) Irradiancia medida $I_m = \bar{I}_e - \bar{I}_a$

1. Se repiten 1-4 de 2) para I_e
2. Se repiten 1-4 de 3) para I_a
3. Se calcula $I_m = \bar{I}_e - \bar{I}_a$
4. Se calcula el error de I_m :

$$\varepsilon(I_m) = \left| \frac{\partial I_m}{\partial \bar{I}_e} \varepsilon(\bar{I}_e) \right| + \left| \frac{\partial I_m}{\partial \bar{I}_a} \varepsilon(\bar{I}_a) \right| = \varepsilon(\bar{I}_e) + \varepsilon(\bar{I}_a)$$

5. Se repiten 1)-4) para cada posición de la lámpara

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

5) Irradiancia teórica $I_t = I_m(0) \cos \theta$

1. Se calcula $\cos \theta$
2. Se calcula su error:

$$\varepsilon(\cos \theta) = \left| \frac{\partial \cos \theta}{\partial \theta} \varepsilon(\theta) \right| = |-\varepsilon(\theta) \sin \theta|$$

3. Se calcula $I_t = I_m(0) \cos \theta$
4. Se calcula su error:

$$\varepsilon(I_t) = |\varepsilon(I_m(0)) \cos \theta| + |\varepsilon(\cos \theta) I_m(0)|$$

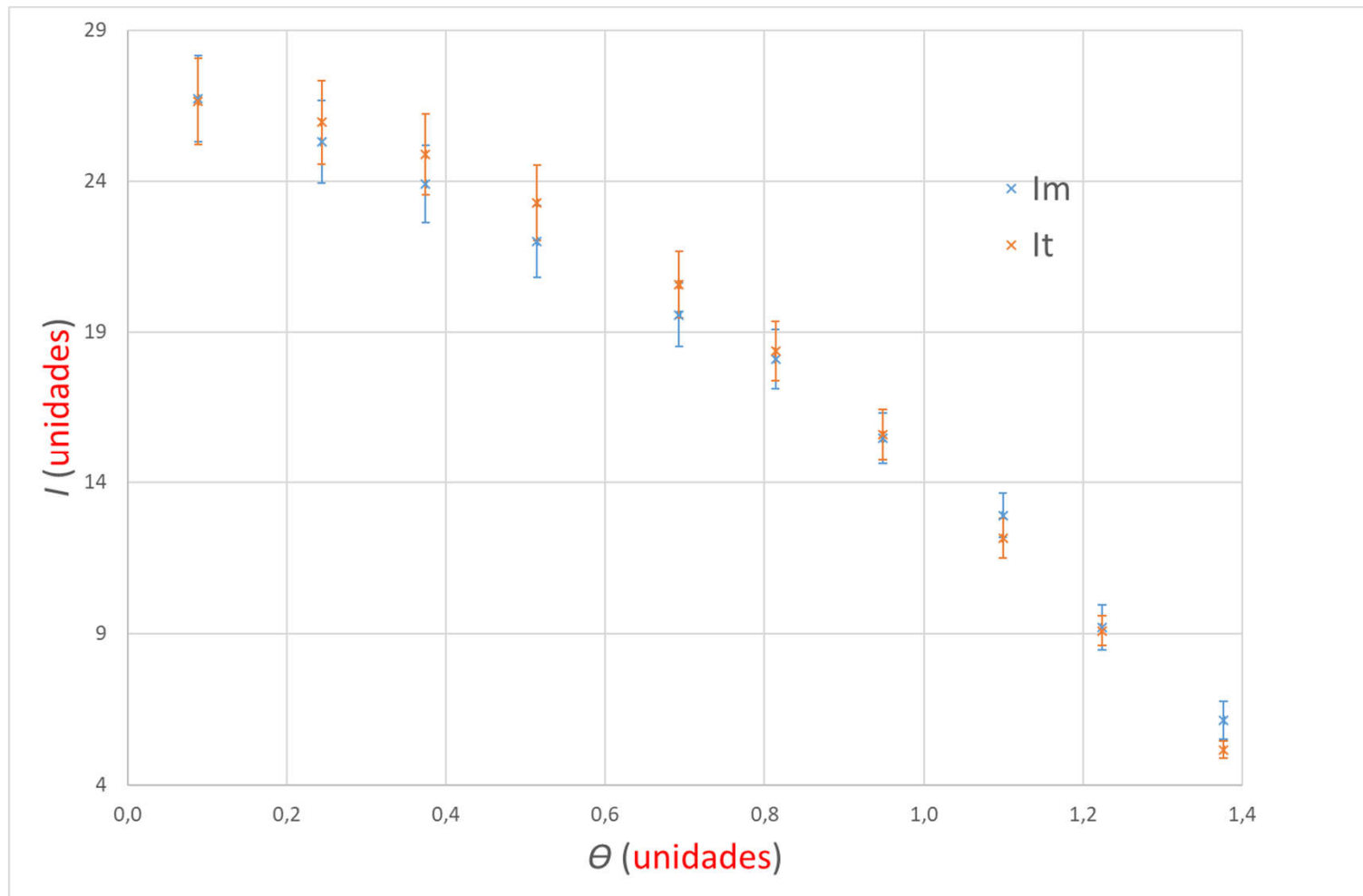
5. Se repiten 1-4 para cada posición de la lámpara

REALIZACIÓN: Cálculo de las variables de interés y sus errores

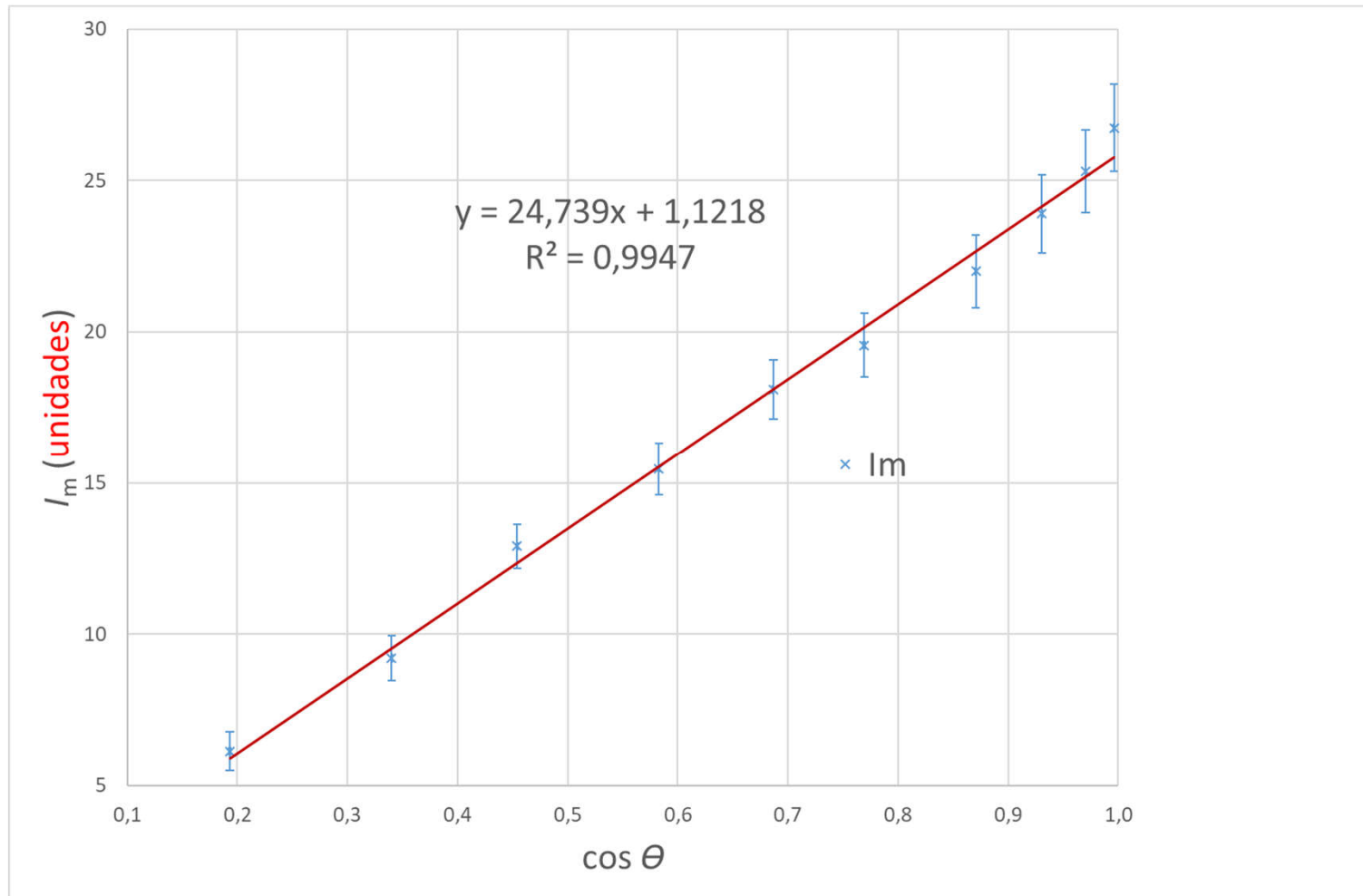
Ayuda para los cálculos (contraseña: Metcli20):

<https://mmedia.uv.es/buildhtml/65189>

Presentación de resultados en el informe:



Presentación de resultados en el informe:



Presentación de resultados en el informe:

- Descripción breve de los objetivos.
- Tablas de la plantilla llenas.
- Figura 1: I_m y I_t en función de θ .
 - Se espera un comportamiento sinusoidal.
- Figura 2: I_m en función de $\cos\theta$.
 - Se espera un comportamiento lineal.
 - Hay que incluir:
 - línea de tendencia
 - coeficiente de determinación R^2
 - ecuación lineal
 - errores de la pendiente y la ordenada en el origen.
- Discusión de los resultados (validez de la ley del coseno):

en la Figura 2, ¿los puntos se distribuyen lineal y ascendentemente? ¿la pendiente es positiva? ¿el valor de la pendiente es cercano a $I_m(0)$? ¿la ordenada en el origen es cercana a 0? ¿se compensa con su error? ¿se compensa con los errores de las irradiancias medidas? ¿el coeficiente de determinación es cercano a 1?

Presentación de resultados en el informe:

Recordad:

- Expresad correctamente los valores con sus errores. Includ las cifras significativas requeridas y haced los redondeos necesarios.
- Poned pie a las tablas, con numeración correlativa. Poned encabezamientos a las filas/columnas de las tablas (incluyendo magnitudes y unidades).
- Poned pie a cada figura, con numeración correlativa. Includ títulos de ejes, elegid una escala correcta en los ejes, barras de error, y que el tipo de gráfico y espacio de trabajo sean adecuados.