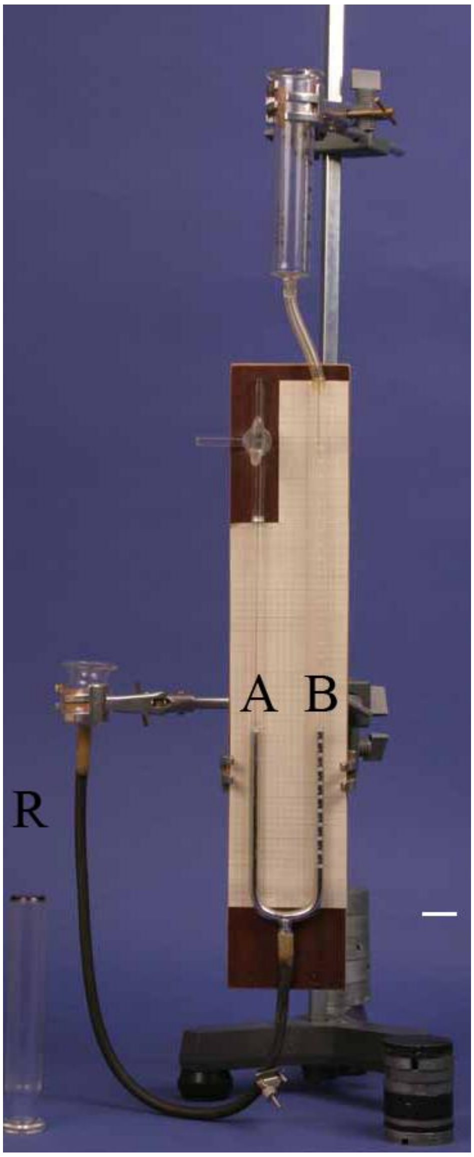
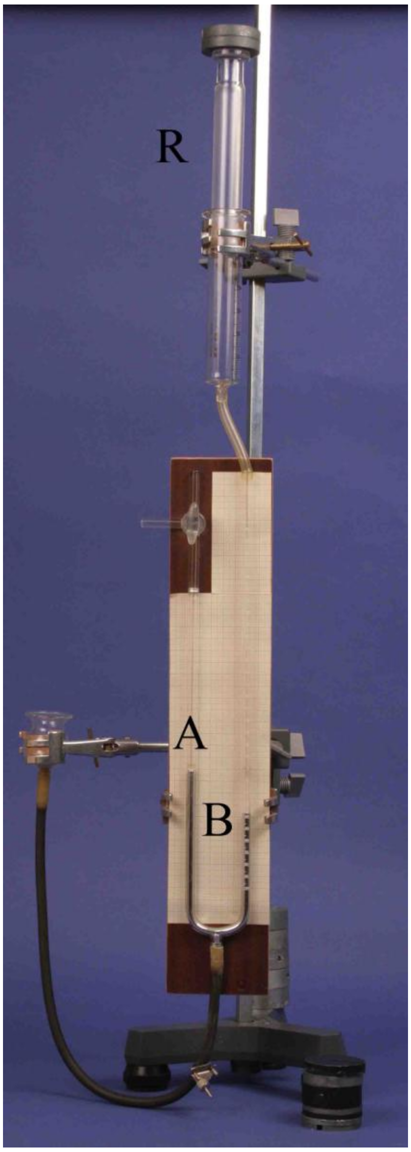
PROBLEMAS VISUALES DE FÍSICAS

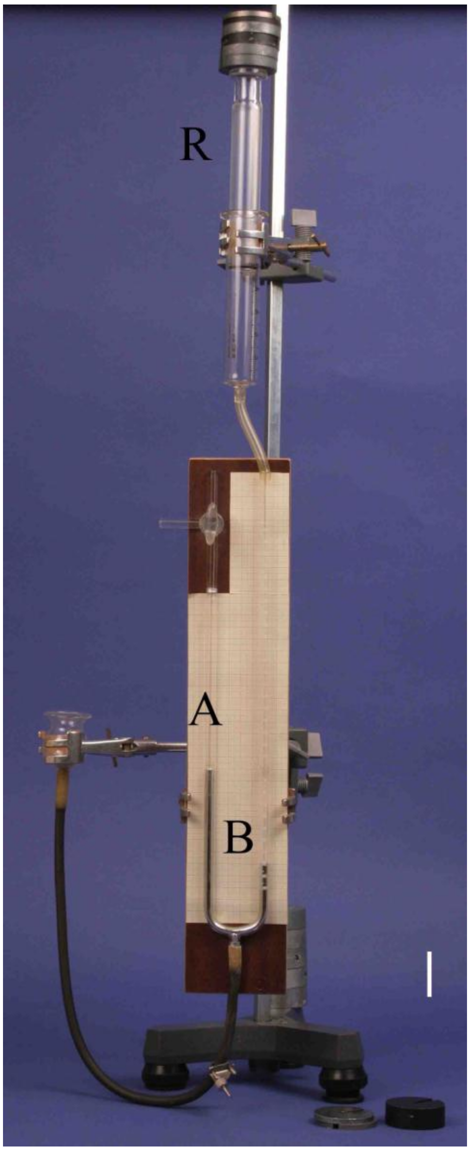
PVF16-1*.MANOMETROS



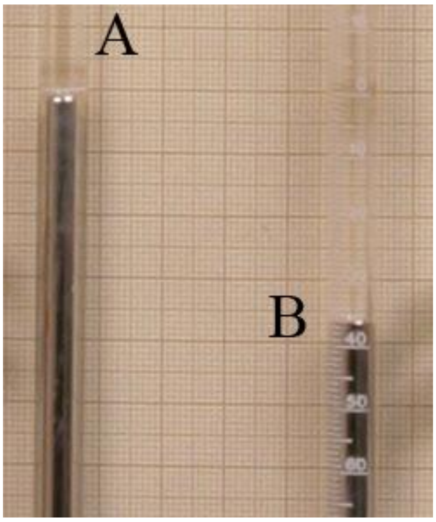
Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 2(ampliación)

Fotografía 3(ampliación)

En las tres fotografías aparece el mismo manómetro de mercurio, que consiste en un tubo de vidrio que contiene mercurio. La rama de la izquierda A se conecta al ambiente y la rama de la derecha B a un recipiente R cerrado que contiene un gas.
Cuando se hicieron estas fotografías la presión atmosférica era 0,920 atmósferas.

a) Calcular la presión del gas del recipiente R, expresada en atmósferas, en las tres fotografías.
b) Si en la fotografía 2 en lugar de mercurio se utilizase agua ¿Cuál sería la diferencia de alturas entre las dos ramas A y B del manómetro?
c) Imagine que la fotografía 3 se hubiese hecho conectando la rama A al recipiente R y la rama B a la atmósfera ¿Cuál sería la presión del gas del recipiente?

Datos: densidad del agua 1000 kg/m^3, densidad del mercurio 13600 kg/m^3.
1atm=101325Pa

SOLUCIÓN

a) En la fotografía 1 la altura de las dos ramas es la misma, esto supone que la presión en A es igual a la B , por tanto , la presión del recipiente R es 0,92 atmósferas

En la fotografía 2 la rama B soporta más presión que la A, la diferencia de presiones está determinada en el manómetro por la diferencia de alturas entre las ramas y su valor se determina a partir de la ecuación fundamental de la hidrostática

$$\Delta P = P_B - P_A = \rho_{Hg} \cdot g \cdot \Delta z$$

En la fotografía 2 y con ayuda del papel milimetrado se mide que Δz =3,6 cm de mercurio

$$\Delta P = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{N}{kg} \cdot 3{,}6.10^{-2}\,m = 4{,}80.10^3 \frac{N}{m^2} = 4{,}80.10^3\ Pa$$

Para pasar la anterior presión a atmósferas recordemos que 1 atm =101325 Pa

$$\Delta P = 4{,}80.10^3\,Pa \cdot \frac{1\,atm}{101325 Pa} = 0{,}047 atm$$

La presión en B es: $P_B = \Delta P + P_A = 0{,}920 + 0{,}047 = 0{,}967\,atm$, y esta es la presión en el recipiente R.

En la fotografía 3 la diferencia de alturas entre las dos ramas del manómetro es: $\Delta z = 8\,cm$

$$\Delta P = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{N}{kg} \cdot 8{,}0.10^{-2}\,m = 10{,}7.10^3 \frac{N}{m^2} = 10{,}7.10^3\ Pa = 10{,}7.10^3\ Pa \cdot \frac{1\,atm}{101325\,Pa} \Rightarrow$$
$$\Delta P = 0{,}106\ \ atm\ \Rightarrow P_B = 0{,}920 + 0{,}106 = 1{,}026\,atm = P_R$$

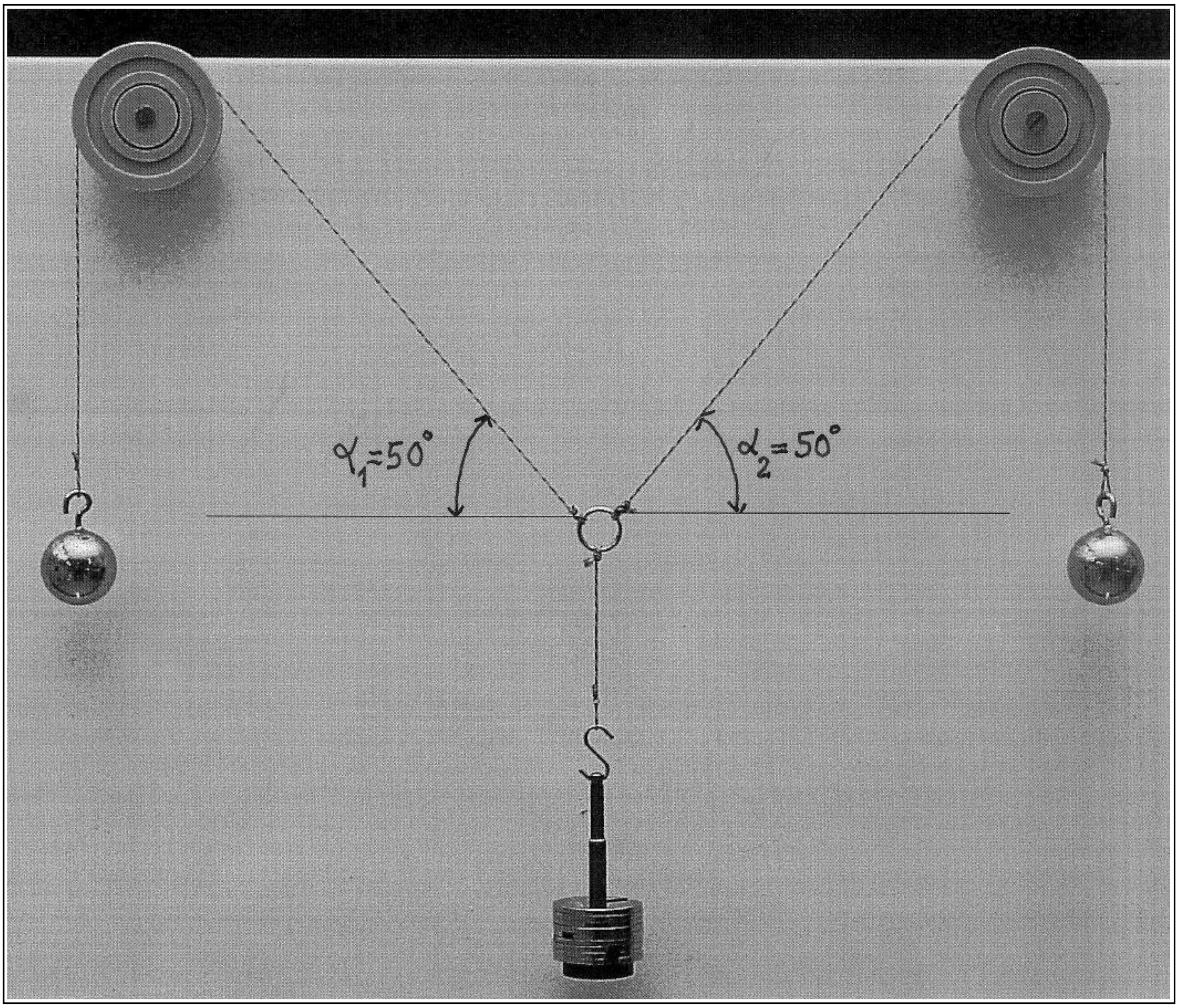
b) Aplicamos la ecuación fundamental de la hidrostática

$$4{,}80.10^3 Pa = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{N}{kg} \cdot \Delta z_{agua} \Rightarrow \Delta z_{agua} = 0{,}49\,m = 49\,cm$$

c) En este caso la presión del recipiente sería inferior a la atmosférica

$$P_R = 0{,}920 - 0{,}106 = 0{,}814\ \ atm$$

PVF16-2. Equilibrio entre pesos **



En la fotografía se observa que tres pesos se encuentran en equilibrio Las bolas de hierro son iguales y cada una tiene una masa de 67,7 gramos.

a) Calcula el peso de cada bola de hierro
.
b) Determina el peso y la masa del conjunto formado por el portapesas el gancho y las pesas.

Ahora se modifica el sistema de la siguiente manera: La bola de hierro de la derecha se sustituye por otra que tiene 20 gramos más de masa La argolla se desplaza y el ángulo α_1 es β y el α_2 es γ.

c) Calcula los ángulos β y γ.

d) Si en la fotografía se sustituyen las dos bolas de hierro por otras dos iguales pero de masa cada una 87,7 gramos ¿Cuánto valdrían los ángulos α_1 y α_2?

e) Si el ángulo entre las cuerdas fuese de 140º ¿cuál sería la masa de dos bolas de hierro colgadas de la misma manera que en la fotografía?

SOLUCIÓN

a) El peso de cada bola es $P = mg = 67{,}7.10^{-3} * 9{,}8 = 0{,}66\,\text{N}$

b) Denominamos P al peso del conjunto de portapesas, gancho y pesas. Al estar el sistema en equilibrio la proyección de los pesos sobre el eje vertical es nula.

$$P - 2 \cdot 0{,}66 \cdot \text{sen}\,50^{\circ} = 0 \quad \Rightarrow \quad P = 1{,}01\ \text{N}$$

$$P = mg \Rightarrow m = \frac{1{,}01}{9{,}8} = 0{,}103\,\text{kg} = 103\,\text{g}$$

c) El peso de la nueva bola es:

$$87{,}7.10^{-3} \cdot 9{,}8 = 0{,}86\,\text{N}$$

Proyectamos los pesos sobre los ejes vertical y horizontal

$$-0{,}66\,\text{sen}\,\beta - 0{,}86 \cdot \text{sen}\,\gamma + 1{,}01 = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{sen}\,\beta + 1{,}303\,\text{sen}\,\gamma = 1{,}53 \Rightarrow \quad \text{sen}\,\beta = 1{,}53 - 1{,}303\,\text{sen}\,\gamma$$

$$-0{,}66 \cdot \cos\beta + 0{,}86 \cdot \cos\gamma = 0 \Rightarrow \quad \cos\beta = 1{,}303 \cos\gamma$$

$$\text{sen}^2\beta + \cos^2\beta = 1 = 2{,}341 + 1{,}698\,\text{sen}^2\gamma - 3{,}987\,\text{sen}\,\gamma + 1{,}698\cos^2\gamma \Rightarrow -3{,}987\,\text{sen}\,\gamma = -3{,}039 \Rightarrow$$

$$\text{sen}\,\gamma = 0{,}7622 \Rightarrow \quad \boldsymbol{\gamma = 49{,}7^{\circ} \approx 50^{\circ}} \quad ; \quad \text{sen}\,\beta = 1{,}53 - 1{,}303 \cdot 0{,}7622 = 0{,}5368 \Rightarrow \quad \boldsymbol{\beta = 32{,}5^{\circ}}$$

d) Los ángulos α_1 y α_2 serían iguales y su valor

$$1{,}01 - 2 \cdot 0{,}86 \cdot \text{sen}\,\alpha_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{sen}\,\alpha_1 = 0{,}5872 \quad \Rightarrow \quad \alpha_1 = 36^{\circ} = \alpha_2$$

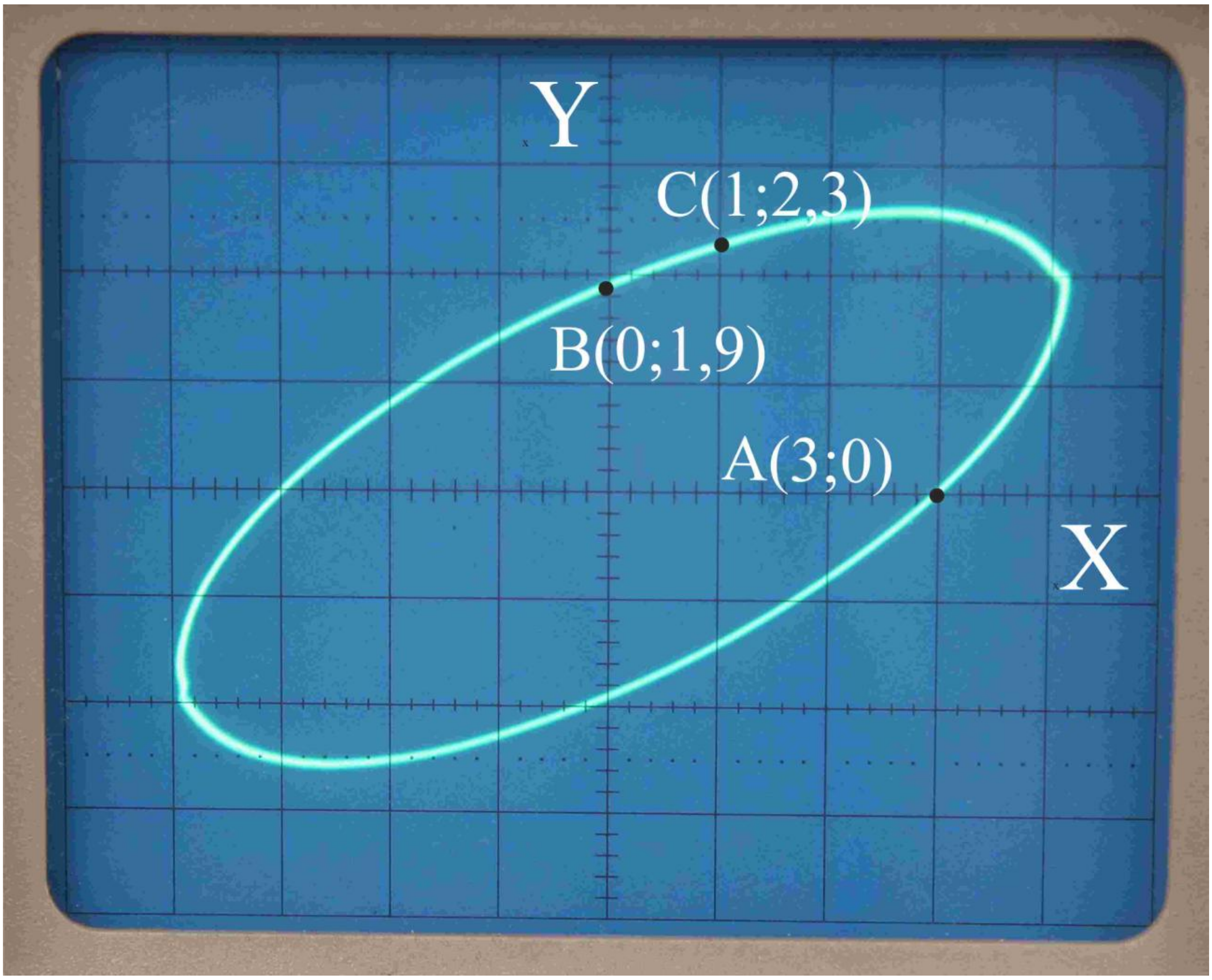
e) El ángulo de cada cuerda con la horizontal sería

$$\frac{180 - 140}{2} = 20^{\circ}$$

Designando al peso de cada bola como P´

$$1{,}01 - 2\,P'\text{sen}\,20^{\circ} = 0 \quad \Rightarrow \quad P' = \frac{1{,}01}{2 \cdot \text{sen}\,20^{\circ}} = 1{,}47\,\text{N} \quad \Rightarrow \quad m' = \frac{P'}{g} = 0{,}15\,\text{kg} = 150\,\text{g}$$

PVF16-3***. Curva de Lissajous



Fotografía 1

La curva que aparece en la pantalla es una elipse y recibe el nombre de curva o figura de Lissajous. Se obtiene a partir de las ecuaciones siguientes:

$$x = A_X \text{sen}(\omega t + \varphi) \quad ; \quad y = A_Y \text{sen}(\omega t)$$

a) Obtenga la ecuación de la elipse, para ello despeje $\text{sen}(\omega t)$ en la segunda ecuación y llévelo a la primera.
b) En la ecuación de la elipse sustituya las coordenadas del punto A y opere.
c) En la ecuación de la elipse sustituya las coordenadas del punto B y opere
d) En la ecuación de la elipse sustituya las coordenadas del punto C y opere.
e) Como resultado de los tres apartados anteriores debe obtener los valores de A_X, A_Y y φ.
f) Sustituya esos valores en las ecuaciones del enunciado y con ω= 10 s^{-1} , dibuje la curva de Lissajous.

Nota. El apartado f de este problema debe hacerse con una hoja de cálculo.

SOLUCIÓN

a)

$$\operatorname{sen}(\omega t)=\frac{y}{A_Y}\Rightarrow x=A_X[\operatorname{sen}(\omega t)\cos\varphi+\cos(\omega t)\operatorname{sen}\varphi]=A_X\left[\frac{y}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\operatorname{sen}^2(\omega t)}\operatorname{sen}\varphi\right]\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\quad x=A_X\left[\frac{y}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{y^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\right]$$

b)

$$3=A_X\left[\frac{0}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{0^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\right]\Rightarrow\quad 3=A_X\operatorname{sen}\varphi\quad\Rightarrow\quad A_X=\frac{3}{\operatorname{sen}\varphi}\quad(1)$$

c)

$$\Rightarrow\quad 0=A_X\left[\frac{1{,}9}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\right]\Rightarrow\quad 0=\frac{1{,}9}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\left(-\frac{1{,}9}{A_Y}\cos\varphi\right)^2=\left(\sqrt{1-\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\right)^2\Rightarrow\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}\cos^2\varphi=\left(1-\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}\right)\operatorname{sen}^2\varphi\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}\left(\cos^2\varphi+\operatorname{sen}^2\varphi\right)=\operatorname{sen}^2\varphi\Rightarrow\frac{1{,}9^2}{A_Y^2}=\operatorname{sen}^2\varphi\Rightarrow\qquad A_Y=\frac{1{,}9}{\operatorname{sen}\varphi}\quad(2)$$

d) x=1 cm ; y= 2,3 cm

$$1=A_X\left[\frac{2{,}3}{A_Y}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{2{,}3^2}{A_Y^2}}\operatorname{sen}\varphi\right]\Rightarrow 1=\frac{3}{\operatorname{sen}\varphi}\left[\frac{2{,}3}{\frac{1{,}9}{\operatorname{sen}\varphi}}\cos\varphi+\sqrt{1-\frac{2{,}3^2}{\left(\frac{1{,}9}{\operatorname{sen}\varphi}\right)^2}}\operatorname{sen}\varphi\right]\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1=\left[3{,}632\cos\varphi+3\sqrt{1-1{,}465\operatorname{sen}^2\varphi}\right]\quad\Rightarrow(1-3{,}632\cos\varphi)^2=9\left(1-1{,}465\operatorname{sen}^2\varphi\right)\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1+13{,}19\cos^2\varphi-7{,}264\cos\varphi=9-13{,}19\operatorname{sen}^2\varphi\Rightarrow 13{,}19\left(\cos^2\varphi+\operatorname{sen}^2\varphi\right)=8+7{,}264\cos\varphi\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\cos\varphi=\frac{13{,}19-8}{7{,}264}=0{,}714\quad\Rightarrow\qquad\varphi=44{,}4^\circ=0{,}776\,\text{rad}$$

$$A_X=\frac{3}{\operatorname{sen}44{,}4^\circ}=4{,}29\,\text{cm}\qquad A_Y=\frac{1{,}9}{\operatorname{sen}44{,}4^\circ}=2{,}72\,\text{cm}$$

Las ecuaciones son:

$$x = 4{,}29\,\text{sen}\left(10\,t + 0{,}776\right) \quad ; \quad y = 2{,}72\,\text{sen}\left(10\,t\right)$$

En la hoja de cálculo damos valores a la variable t y obtenemos la figura de Lissajous.