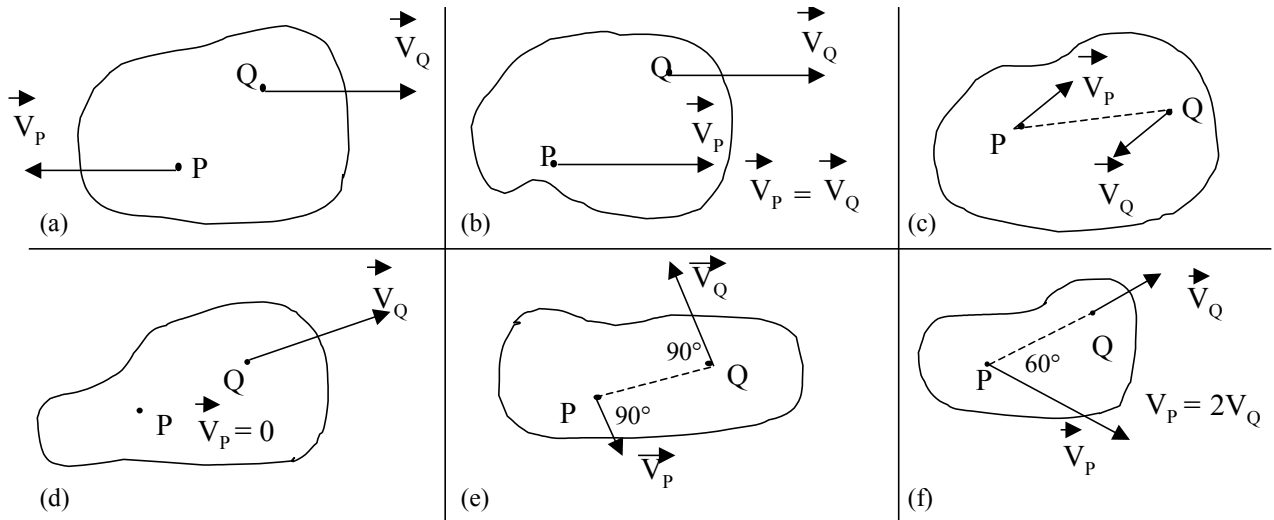


CINEMÁTICA DEL CUERPO RÍGIDO

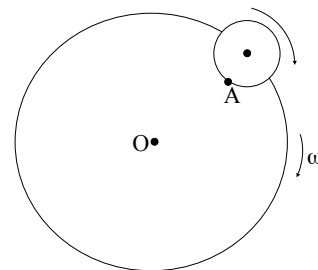
1 - Algunos de los cuerpos de la figura no son rígidos. Encuéntrelos. (No debe hacer cálculos, solamente debe observar las figuras).



2 - ¿Qué dirección debe tener el vector $\mathbf{v}_{PQ} = \mathbf{v}_P - \mathbf{v}_Q$ para que no cambie la distancia entre P y Q? La expresión $\mathbf{v}_P - \mathbf{v}_Q = \vec{\Omega} \times \mathbf{r}_{QP}$ ¿satisface esa condición?

3 - Indique la velocidad de rotación del triángulo respecto a su centro de masa, en los siguientes tres casos y compárela con $\dot{\theta}$:

4 - El centro de una esfera describe un movimiento circular uniforme de velocidad angular ω alrededor de un punto O. Simultáneamente la esfera gira sobre sí misma según un eje perpendicular al plano de rotación, de tal forma que un punto A de su superficie demora un tiempo τ en volverse a enfrentarse con el punto O (ver figura).



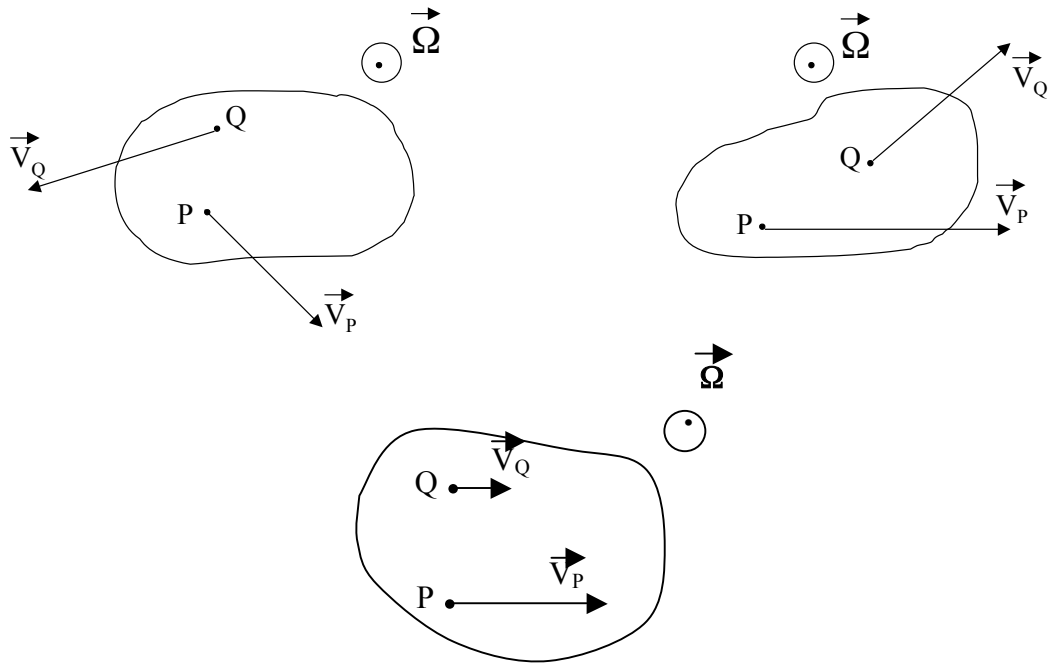
- i) Encuentre la velocidad de rotación de la esfera.
- ii) ¿Cuánto tiempo transcurre entre dos pasajes sucesivos del punto A por el extremo inferior de la esfera?
- iii) Si el eje de la Tierra fuera perpendicular a la eclíptica, ¿cuál sería el valor de Ω para la Tierra?

5 - El eje instantáneo de rotación es el conjunto de puntos que tienen velocidad nula en un dado instante.

- i) Demuestre que, si existe, es una recta paralela a $\vec{\Omega}$.
- ii) Demuestre que si hay un punto P del cuerpo tal que $\mathbf{v}_P \cdot \vec{\Omega} \neq 0$, entonces no hay eje instantáneo de rotación.
- iii) Demuestre que si un punto O pertenece al eje instantáneo de rotación, entonces \mathbf{v}_P es perpendicular a \mathbf{r}_{OP} .

6 - Teniendo en cuenta el resultado del problema 5-iii:

- i) Encuentre un método gráfico que le permita determinar la posición del eje instantáneo de rotación, en los siguientes casos:

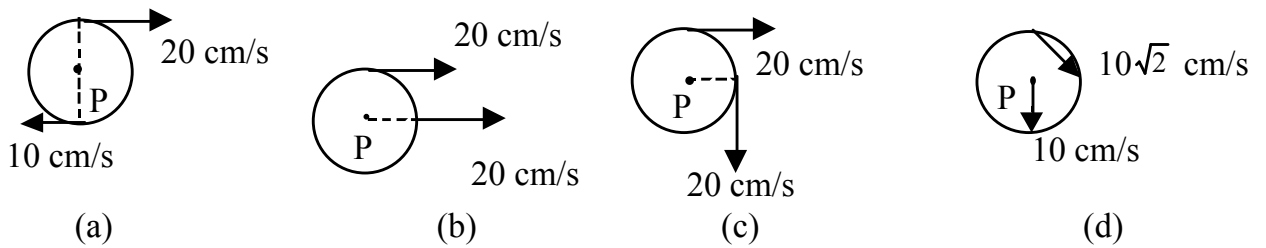


ii) Dibuje el campo de velocidades de un cilindro que rueda sin deslizar sobre un plano horizontal.

7 - La velocidad angular de un cuerpo rígido sometido a un movimiento rototraslatorio es $(0,0,\omega)$ y la velocidad de uno de sus puntos P es (v_x, v_y, v_z) .

- i) Si $v_z = 0$, determinar si existe un eje instantáneo de rotación utilizando consideraciones de cálculo vectorial.
- ii) Idem si $v_z \neq 0$.

8 - Los discos de la figura ($R = 10$ cm) tienen movimiento plano. Halle:

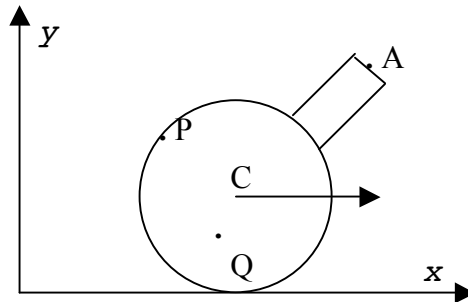


- i) La posición del eje instantáneo de rotación.
- ii) El vector $\vec{\Omega}$.
- iii) La velocidad del punto P.

Guía 7 - Física 1 (Químicos) - verano 2017

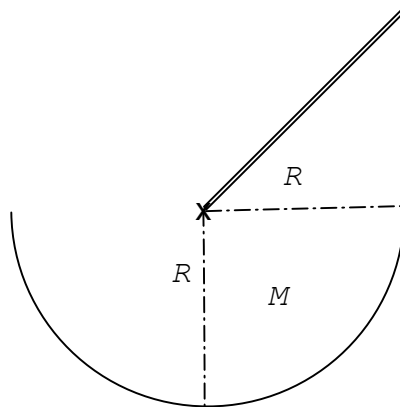
9 - Un cilindro de radio $R = 10$ cm rueda sin resbalar sobre un plano horizontal. Su centro se desplaza con velocidad $v_C = 10$ cm/s. Para los puntos P (periférico), Q (a distancia $R/2$ del centro) y A (sobre una manivela de longitud $2R$ fija al cilindro):

- i. hallar el vector velocidad en función del tiempo.
- ii. dibujar la hodógrafa correspondiente (v_y vs v_x).
- iii. graficar el módulo de la velocidad en función del tiempo.
- iv. graficar las componentes v_x y v_y en función del tiempo.



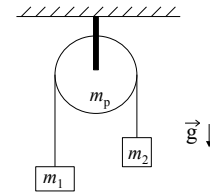
10 - Una varilla homogénea de masa M y longitud L es abandonada en reposo en la posición que se observa en la figura. Sus extremos deslizan sobre una superficie cilíndrica de radio R , sin rozamiento. La varilla se mueve en un plano vertical.

Hallar, utilizando argumentos cinemáticos, el eje instantáneo de rotación de la varilla cuando ésta adopta la posición horizontal.



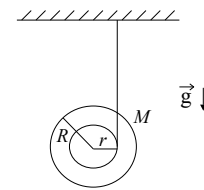
DINÁMICA DEL CUERPO RÍGIDO

1 - El sistema de la figura consiste de dos cuerpos de masas m_1 y m_2 unidos por una cuerda inextensible que pasa a través de una polea cilíndrica homogénea de masa m_p , que no posee rozamiento con su eje. Calcule la aceleración de las masas. Observe que el resultado no depende del radio de la polea.



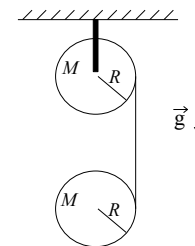
2 - Considere un yo-yo con radio exterior R igual a 10 veces su radio interior r . El momento de inercia I_o del yo-yo respecto de su centro de masa está dado por $I_o = (1/2)MR^2$, donde M es la masa total del yo-yo. El extremo final de la cuerda se mantiene en reposo y ésta no desliza respecto del yo-yo.

- Calcule la aceleración del centro de masa del yo-yo. ¿Cómo es comparada con g ?
- Encuentre la tensión en la cuerda a medida que el yo-yo desciende. ¿Cómo es comparada con Mg ?



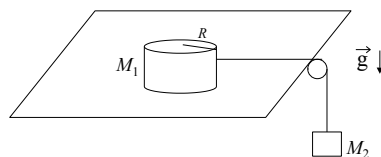
3 - En la figura se muestran dos cilindros homogéneos de radio R y masa M . El cilindro de arriba, sostenido por un eje horizontal a través de su centro, rota libremente. Se enrosca una cuerda y se deja caer el cilindro inferior. La cuerda no desliza respecto de los cilindros.

- ¿Cuál es la aceleración del centro de masa del cilindro inferior?
- Calcule la tensión de la cuerda.
- Calcule la velocidad del centro de masa del cilindro inferior cuando ha caído una distancia $10 R$.



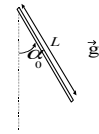
4 - Un disco cilíndrico homogéneo de radio R y masa M_1 es arrastrado sobre una superficie horizontal sin fricción por una cuerda que está unida a un cuerpo de masa M_2 , como se indica en la figura. Determine:

- la aceleración del centro del disco.
- la aceleración angular del disco.
- la aceleración del cuerpo de masa M_2 .
- la tensión en la cuerda.
- la velocidad del centro de masa del disco cuando se ha desplazado una distancia igual a su diámetro, medida desde la posición en la que estaba en reposo.
- la velocidad de la masa colgante en ese instante.



Guía 7 - Física 1 (Químicos) - verano 2017

5 - Una barra homogénea delgada de masa M y longitud L puede girar libremente en torno de su eje fijo horizontal, tal como se indica en la figura. Se suelta la barra desde una posición que forma un ángulo α_0 con la vertical. Hallar:

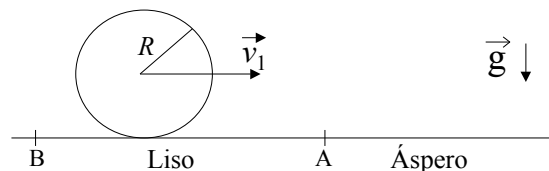


- la velocidad angular de la barra cuando ésta pasa por la posición más baja.
- la fuerza que ejerce el eje fijo sobre la barra cuando ésta pasa por la posición vertical.
- Resuelva nuevamente por energía el punto a).

6 - En el problema 10 de la guía anterior (“Cinemática del cuerpo rígido”), calcule utilizando argumentos energéticos la velocidad del centro de masa de la varilla cuando ésta adopta la posición horizontal.

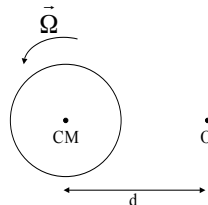
7 - Un cilindro homogéneo de masa M y radio R se traslada sin rodar con velocidad \vec{v}_1 en la parte exenta de rozamiento BA de una superficie horizontal. Más allá de A cambia la superficie de manera que a la derecha de A los coeficientes de rozamiento son μ_e y μ_d . Una vez que haya pasado el punto A, el cilindro deslizará primeramente sobre el plano áspero pero acabará rodando sin deslizar.

- Calcule en qué punto empezará a rodar sin deslizar (rodadura) y cuál será la velocidad correspondiente del centro de masa.
- Calcule la aceleración del cilindro y el valor de la fuerza de rozamiento a partir del punto en que entra en rodadura (punto C).
- Calcule la energía perdida entre el punto A y el punto C. Justifique el valor hallado por razonamientos energéticos.



8 - El disco de la figura tiene su centro de masa fijo. Diga si es correcto que:

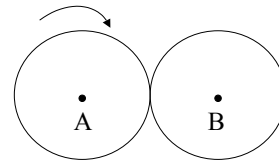
$$\vec{L}_O = I_O \vec{\Omega} = (I_{CM} + md^2) \vec{\Omega}$$



Guía 7 - Física 1 (Químicos) - verano 2017

9 - Considere dos rodillos iguales en contacto, como muestra la figura. Los ejes A y B están fijos y hay rodadura entre los rodillos.

- a) Muestre que $\vec{L}_{total} = 0$ cualquiera sea la velocidad angular de rotación $\Omega(t)$, es decir que \vec{L}_{total} se conserva en cualquier circunstancia.
- b) Si se coloca una manija a uno de los cilindros y se ejerce sobre ella un momento, ¿cómo justifica que se conserve \vec{L}_{total} ?.



10 – Desde el extremo superior de un plano inclinado se sueltan, sin velocidad inicial, una esfera, un cilindro y un aro homogéneos, que bajan rodando hasta el extremo inferior del mismo. Demuestre que la esfera llega en menos tiempo que el cilindro y éste en menos tiempo que el aro cualesquiera sean sus masas y sus radios. Observe que el orden de llegada depende del valor de cierta relación matemática entre I , M y R , donde I es el momento de inercia correspondiente al eje de giro, M es la masa, y R es la distancia ente el eje de giro y el punto de rodadura.

En base a esta observación, diseñe un objeto que demore un tiempo muy grande y otro que demore un tiempo apenas mayor que el correspondiente a una partícula que resbala por la superficie, para recorrer el plano inclinado.

11- Un cilindro de masa M y radio R se halla apoyado sobre un tablón de longitud L y masa m . Sobre el tablón se aplica una fuerza F como se indica en la figura de manera que el cilindro rueda sin deslizar sobre el tablón. Hay rozamiento entre ambos (μ_D y μ_E), pero no entre el tablón y el piso.

- (a) Escriba las ecuaciones de Newton, de torque y de vínculo para ambos cuerpos.
- (b) Halle la aceleración del centro de masa del cilindro, del tablón y la aceleración angular del cilindro.
- (c) Diga que valor máximo debe tener la fuerza F para que el cilindro no deslice sobre el tablón.

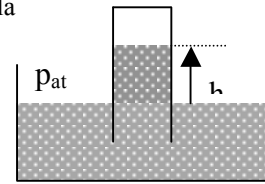
12-Un yo-yo esférico de masa m y radio exterior R e interior $r=R/3$, desciende por un plano inclinado mientras se desenrolla de tal manera que la cuerda no desliza sobre el eje del yo-yo. Suponga que la inclinación del plano es suficiente como para que el yo-yo descienda. El extremo libre de la cuerda se encuentra sujeto a una pared. Existe rozamiento entre el plano y el yo-yo, con coeficientes μ_e y μ_d .

- (a) Escriba las ecuaciones dinámicas del yo-yo aclarando si la fuerza de roce es estática o dinámica (justifíquelo).
- (b) Escriba la velocidad del centro de masa en función de la velocidad angular y de datos aplicando la condición de rigidez. En base a este resultado calcule la velocidad del punto P (punto de contacto entre el yo-yo y el plano) en función de la velocidad del centro de masa y deduzca cuál será el sentido de la fuerza de roce.
- (c) Calcule la aceleración angular del yo-yo en función de datos. d) Encuentre el mínimo valor de θ para que el yo-yo pueda rodar hacia abajo.

Datos: momento de inercia de la esfera maciza = $\frac{2}{5} mR^2$

HIDROSTÁTICA

1 - El esquema corresponde a un sistema en equilibrio. La cuba externa está abierta a la atmósfera. Deducir la expresión que permita conocer la presión en B en función de la presión atmosférica, de la altura h y del peso específico del líquido.



2 - Estimar la máxima diferencia de la presión sanguínea hidrostática en una persona de 1,83 m de altura ($\gamma_{\text{sangre}} = 1,06 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$).

3 - La presión de agua a la entrada de una casa a nivel del suelo es de $1,1 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$. ¿Hasta qué altura llega el líquido sin ser bombeado?

4 - Un tubo en U, abierto en ambas ramas, contiene un líquido A hasta una altura H . Por una de las ramas se introduce otro líquido B no miscible con A hasta alcanzar una altura de 10 cm respecto de la superficie de separación de ambos líquidos. Sabiendo que la densidades de los líquidos respecto al agua valen $\gamma_A = 2$ y $\gamma_B = 3$. Deducir la relación entre h_A , h_B , γ_A y γ_B . Calcular el valor de h_A .

5 - Un tubo en U contiene mercurio. Se echan 13.6 cm de agua destilada en la rama derecha, ¿cuánto se eleva el mercurio en la rama izquierda respecto de su nivel original?

6 - Un trozo de vidrio pesa 0,25 N en el aire, 0,14 N en el agua y 0,17 N en alcohol. Calcular el peso específico del vidrio y del alcohol.

7 - Un densímetro tiene 60 cm de longitud y 1 cm^2 de sección. Colocado en agua pura se sumerge 54 cm y en el ácido sulfúrico sólo 30 cm. Calcular el peso específico del ácido sulfúrico.

8 - Se tiene una prensa hidráulica de secciones $S = 1 \text{ cm}^2$ y $S' = 100 \text{ cm}^2$. Se aplica sobre S una fuerza F_1 de 400 N formando un ángulo de 60° con su normal. S se desplaza 100 cm. Calcular:

- la presión sobre S y la presión sobre S'.
- la fuerza F_2 que actuando sobre S' equilibra al sistema (dar dirección y sentido)
- el trabajo de las fuerzas F_1 y F_2 . Compárelos

9 - Un cuerpo de hierro ($\gamma = 7,8 \text{ g/cm}^3$) se usa para lograr que un tablón de roble cuyo peso es 10 N y cuya densidad es $0,6 \text{ g/cm}^3$ quede flotando con la cara superior rasante en la superficie del agua. Calcular el peso del bloque en las siguientes situaciones:

- se lo coloca encima del tablón.
- se lo amarra por debajo del tablón.

10 - Un bloque de madera flota en el agua con las $2/3$ partes de su volumen sumergido, mientras que en aceite tiene sumergido 90% de su volumen. Hallar la densidad de la madera y del aceite.

11 - Calcular el área mínima de un bloque de hielo ($\gamma = 0,93 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) de 0,3m de espesor que flota en el agua para que sea capaz de sostener un automóvil que pesa 11.125 N.

12 - a) Se suspende un cuerpo de un dinamómetro (resorte). Indicar las fuerzas que actúan sobre el

Guía 8 - Física 1 (Químicos) - verano 2017

cuerpo y los pares de interacción correspondientes.

b) Se toma una balanza, sobre uno de sus platillos se coloca un recipiente lleno de agua y sobre el otro la cantidad de pesas necesaria para equilibrar la balanza. Si se sumerge el cuerpo del ítem anterior (sostenido por el dinamómetro) totalmente en el agua, analice si se desequilibra la balanza y si cambia la lectura del dinamómetro (Sugerencia: replantee nuevamente las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y los correspondientes pares de interacción)

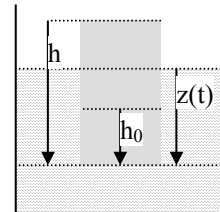
c) Se agregan pesas hasta equilibrar nuevamente la balanza. ¿Qué indica el valor de las pesas agregadas?

13 – Un cilindro de altura h , sección A y densidad ρ , flota en un líquido de densidad γ_0 , con una altura h_0 sumergida. Se hunde cierto volumen y luego se lo deja en libertad, a partir del reposo.

a) Hallar la ecuación diferencial para $z(t)$.

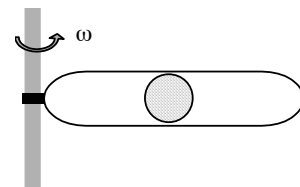
b) Demostrar que el movimiento será oscilatorio de período: $T = 2\pi [h \gamma / g \gamma_0]^{1/2}$.

c)



14 – Un niño sostiene un globo lleno de helio en el interior del auto. Cuando el auto acelera, ¿en qué dirección se mueve el globo visto desde el auto? ¿Por qué?

15 - Se tiene una pelota de ping-pong dentro de un tubo lleno de agua, como se muestra en la figura. Si el tubo rota alrededor del eje con velocidad angular ω , ¿qué posición ocupa la pelota? ¿Y si la pelota fuese de aluminio? Justifique su respuesta.

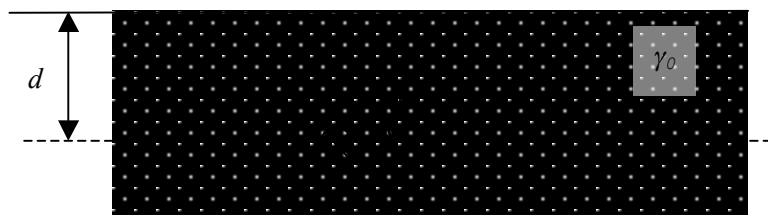


16 – Una barra recta uniforme de longitud L , sección A y densidad ρ puede girar libremente alrededor de un eje horizontal P , situado una distancia d debajo de la superficie libre del agua.

i) Hallar el momento ejercido por el empuje en función de θ .

ii) Encontrar las posiciones de equilibrio de la barra y decir si son estables o inestables.

iii) Discutir los casos: $[\gamma_0/\gamma = 2, d = L]$, $[\gamma_0/\gamma = 2, d = L/2]$, $[\gamma_0/\gamma = 1/2, d = L]$ y $[\gamma_0/\gamma = 1/2, d = L/2]$.



HIDRODINÁMICA

1 – En el interior de un tubo horizontal que tiene 3 secciones diferentes (S_1 , S_2 y S_3) circula un líquido no viscoso e incompresible en régimen estacionario. Sabiendo que $v_1 > v_2$ (v es la velocidad) y que $p_3 < p_1$ (p es la presión hidrostática) indicar, justificando cada respuesta:

- a) cómo es S_1 respecto de S_2 .
- b) cómo es v_1 respecto de v_3 .
- c) cómo es S_1 respecto de S_3 .

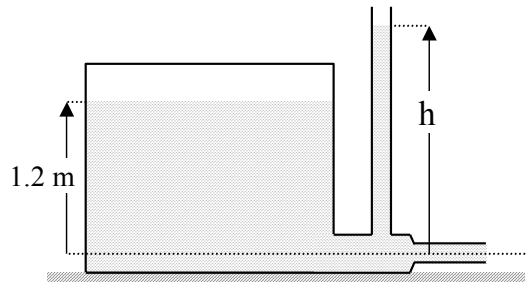
Dibujar el esquema del tubo.

2 – Una manguera de jardín tiene un diámetro interno de 20 mm y se conecta con un aspersor (regador) que es una caja con 24 agujeros de 2 mm de diámetro c/u. Si el agua (incompresible y no viscosa) en la manguera tiene una velocidad de 1 m/s (régimen estacionario), ¿con qué velocidad sale de los agujeros del regador?

3 – Dos botes de remo que se mueven paralelamente uno al otro con igual velocidad en un lago en reposo, experimentan una fuerza de atracción entre sí. Explique cualitativamente las causas de tal atracción en base a la ecuación de Bernoulli.

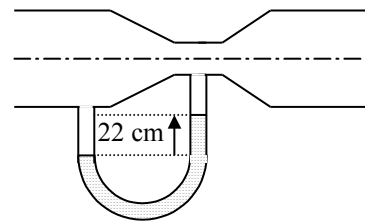
4 – En un depósito de gran sección como el de la figura, el agua alcanza una altura de 1,2 m. El depósito se presuriza a 2 atm. El tubo de desagüe tiene secciones transversales de 18 cm^2 y 9 cm^2 .

- a) ¿Cuál es el caudal de salida del agua?
- b) ¿Hasta qué altura h llega el agua en el tubo abierto?
- c) ¿Se modifica el caudal de salida en instantes posteriores? ¿Por qué? Si se modifica, ¿qué habría que hacer para mantenerlo constante?
- d) Si se practica una perforación en la parte superior del tanque, ¿cuál es la altura h ?



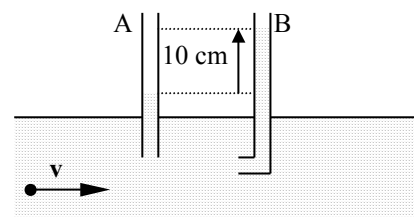
5 – Un medidor de Venturi que tiene un diámetro de tubo de 20 cm y un diámetro de garganta de 10 cm, está equipado con un manómetro diferencial como el de la figura. La diferencia de alturas en el manómetro es 22 cm y $\gamma_{\text{Hg}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$. Calcular

- a) el caudal de agua.
- b) la diferencia de presiones entre el tubo y la garganta.
- c) las velocidades del agua en la parte ancha y en la garganta.



6 – Por un tubo horizontal como el de la figura circula un líquido. La diferencia de altura del líquido entre el tubo A y el acodado B (tubo de Pitot) es de 10 cm. Los diámetros de los tubos son iguales.

- a) Explique la diferencia de altura del líquido entre ambos tubos.
- b) Halle la velocidad de la corriente en el tubo horizontal.

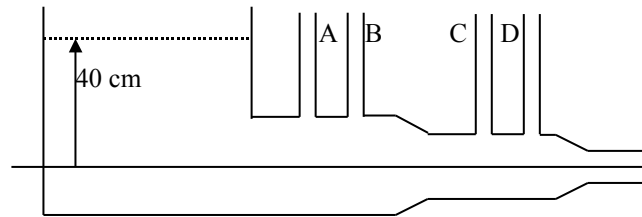


Guía 8 - Física 1 (Químicos) - verano 2017

7 – a) El depósito de la figura está abierto a la atmósfera y es de gran sección. Contiene agua hasta 40 cm de altura. Las secciones de los tubos horizontales inferiores son: 1 cm^2 , 0.5 cm^2 y 0.2 cm^2 . Despreciando la viscosidad del agua, calcular:

- i. el caudal.
- ii. la velocidad del agua en cada sección.
- iii. la altura que alcanza el agua en cada tubo vertical.

b) Considere ahora que el agua es un fluido real de viscosidad $\eta = 0,0114$ poise, que la altura en el tanque es tal que se mantiene el caudal calculado en a) y que la distancia entre tubos es de 20 cm. Calcule la diferencia de alturas entre los tubos A y B y la diferencia de alturas entre los tubos C y D. ¿Cuál es la velocidad del agua en las paredes y en el eje de las secciones de los tubos horizontales?



Física 1 Químicos - Óptica Geométrica

Ley de reflexión y refracción de la luz.

1. (a) Un haz de luz se propaga en cierto tipo de vidrio. Sabiendo que la velocidad de la luz es $c = 3 \times 10^8$ m/s, la longitud de onda del haz en vacío es $\lambda_0 = 500\text{nm}$ y que el haz de luz se propaga en el medio con una velocidad $v = 2 \times 10^8$ m/s, calcule el índice de refracción del vidrio, la frecuencia y longitud de onda de la luz en el vidrio.

(b) Un rayo incide en la interfase agua ($n = 1.3$) - vidrio ($n = 1.5$) formando un ángulo de 80° con la normal.

i. Calcule los ángulos que forman con la normal los rayos reflejado y transmitido, cuando el rayo incide desde el agua.

ii. Analice el caso equivalente cuando la luz incide desde el vidrio.

(c) Un rayo de luz que pasa por el punto $A = (0, 2)$ luego de reflejarse en un espejo plano que corresponde al plano $y = 0$, pasa por el punto $B = (10, 4)$. Calcule la posición x en la cual el rayo se refleja en el espejo.

(d) Un rayo de luz que pasa por el punto $A = (0, y)$ luego de refractarse en una interfase plana que separa aire de vidrio ($n = 1.5$) y que corresponde a $y = 0$, pasa por el punto $B = (10, -4)$. Sabiendo que el rayo atraviesa la interfase en el punto $(7, 0)$, calcule el valor de y .

2. Sobre una superficie plana que separa vacío de cuarzo incide un haz de luz que forma un ángulo de 30° con la normal a la superficie. El haz está formado por luz azul ($\lambda_a = 400\text{nm}$, en vacío) y verde ($\lambda_v = 500\text{nm}$, en vacío). El haz refractado azul forma un ángulo de 19.88° con la normal, mientras que el verde forma un ángulo de 19.99° .

(a) Hallar los índices de refracción del cuarzo para ambas longitudes de onda.

(b) Un detector detecta la frecuencia de luz. Discuta si el color que detecta dentro del cuarzo es el mismo que detecta en el aire.

3. (a) Demuestre que un rayo que incide sobre una lámina de caras paralelas, inmersa en un medio único, no se desvía (sólo se desplaza) al atravesarla. Calcule el desplazamiento del haz, analice su dependencia con el ángulo de incidencia y con la relación de índices de los medios. Si el medio exterior es único, existe algún ángulo de incidencia tal que se produzca reflexión total en la cara inferior? Si el medio exterior es único y tiene mayor índice de refracción que el de la lámina de caras paralelas, puede haber reflexión total en alguna superficie?

(b) Si los medios externos a la lámina de caras paralelas son diferentes entre sí, el rayo emergente es paralelo al incidente?, puede haber reflexión total en la cara inferior?, y en la superior?

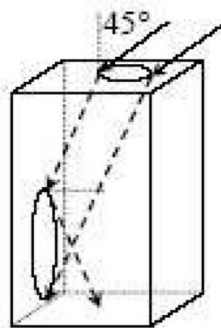
4. Considere 3 medios diferentes de índices de refracción n_1 , n_2 ($n_2 = 1.5$) y n_3 ($n_3 = 1.2$). Las interfases entre ellos son planas y paralelas entre sí. Un rayo que incide sobre la interfase con un ángulo de 45° , sale rasante luego de refractarse en la interfase $n_2 - n_3$.

(a) Calcule n_1 .

(b) Analice qué sucedería si $n_1 = n_3$. Los resultados dados son “absolutamente” independientes de n_2 ?

5. Un sistema está formado por 10 láminas plano paralelas de espesor d e índices $n_1 < n_2 < \dots < n_{10}$. La primera está en contacto con el aire y la última con un medio semi-infinito de índices $n_{11} > n_{10}$. Un haz de luz paralelo incide sobre el sistema desde el aire formando un ángulo θ_i con la normal a la superficie. Calcule las direcciones de los haces reflejados y transmitidos, como función de los índices y del ángulo de incidencia. Analice cualitativamente que sucedería si el rayo incidiera desde el medio con n_{11} .

6. Un haz de luz paralelo incide con un ángulo de 45° sobre la cara superior de un paralelepípedo rectangular de vidrio, de gran altura. Calcular el índice de refracción del vidrio para que haya reflexión total en la cara vertical. Es único ese valor del índice?



7. Un gran estanque de 100 cm de altura está lleno de agua ($n_{agua} = 4/3$). En el fondo hay una fuente puntual que emite luz en todas las direcciones. Tanto las paredes como el fondo del estanque son perfectamente absorbentes. Un observador mira la superficie libre de agua. Determine el radio del círculo iluminado de dicha superficie. Haga un esquema y analice porqué, si hay luz en todo el semi-espacio comprendido por el aire, sólo se observa un círculo iluminado.

Objetos. Formación de imágenes. Imágenes. Dioptras esféricas y planas.

1. Dada una dioptra esférica, establecidas las siguientes convenciones de signos:

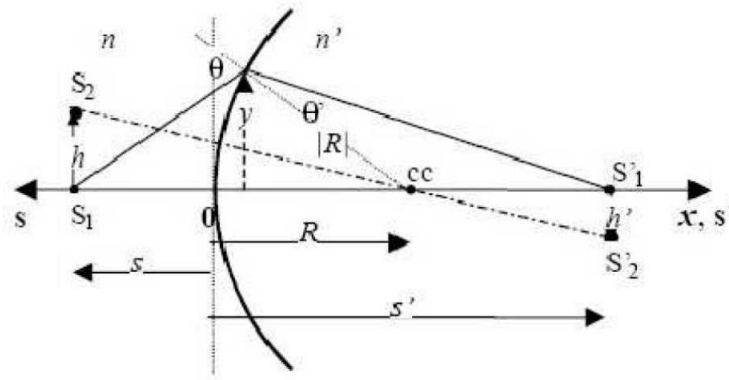
C_1 : Toda distancia asociada al objeto se mide según el eje s , que es positivo en el sentido contrario al del avance de la luz. Toda distancia imagen se mide en el eje s' que coincide con el sentido de avance de la luz (x).

C_2 : El eje y forma terna derecha con el eje x .

C_3 : El origen de las distancias tanto s , s' , R como para y es el vértice de la dioptra.

C_4 : Los radios son positivos cuando tienen el mismo sentido que el eje x .

C_5 : Los ángulos, medidos desde el eje óptico o desde la normal a la superficie, según corresponda, son positivos cuando son anti-horarios y negativos en caso contrario.



Establecida la siguiente aproximación:

AP : Para todo ángulo considerado es válida la aproximación para-axial o gaussiana, es decir: $\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha) \approx \alpha$, con α medido en radianes, y $\cos(\alpha) \approx 1$, y haciendo uso de la Ley de Snell, se puede demostrar que la formación de imágenes de la dioptra esférica se rige por la siguiente ecuación: $\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n'-n}{R} = \frac{n'}{f'} = \frac{n}{f} = \phi$, y $m = -\frac{ns'}{n's}$ (aumento lateral) donde

	Descripción	En la figura		Descripción	En la figura
s	pos. del objeto	$s > 0$	f, f'	Distancias focales	
s'	pos. de la imagen	$s' > 0$	n, n'	ind. de refracción	
R	Radio de curvatura	$R > 0$	ϕ	Potencia	$\phi > 0$ conv.

(a) Analice el significado físico de f y f' , y establezca si estas magnitudes pueden ser iguales en módulo o si pueden ubicarse en el mismo lado de la dioptra.

(b) Para una dioptra esférica convergente y para una divergente haga los gráficos de s' vs. s . Analice las características de la imagen para las diferentes ubicaciones del objeto (reales o virtuales, directas o invertidas, aumentadas o disminuidas).

(c) Haga en cada caso analizado en (b) el trazado de rayos correspondiente.

(d) A partir de la ecuación de la dioptra esférica demuestre que la ecuación de la dioptra plana en la aproximación paraxial es:

$$s' = -n' \frac{s}{n} \tag{1}$$

calcule las distancias focales y analice las características de la imagen.

2. (a) Una moneda se encuentra en el fondo de un vaso que contiene agua hasta una altura de 5 cm ($n_{\text{agua}} = 1.33$). Un observador la mira desde arriba, ¿a qué profundidad la ve?

(b) Un objeto puntual que emite luz de colores (de frecuencias ν_1 y ν_2) se encuentra en el fondo de un cubo de 40 cm de lado. Los índices de refracción del cubo para ambas frecuencias son $n_1 = 1.25$ y $n_2 = 1.6$, respectivamente. El cubo está inmerso en aire. Halle a qué altura sobre el fondo se encuentran las imágenes que ve un observador externo al cubo. Analice las 2 posibilidades:

- i. observa normalmente desde arriba
- ii. observa normalmente desde abajo

3. Considere una dioptra esférica convexa cuyo radio de curvatura, en módulo, es de 10 cm, y que separa aire (espacio objeto) de un medio de índice $n' = 2$ (espacio imagen).

(a) Calcule sus distancias focales. Establezca si es convergente o divergente.

(b) Encuentre gráfica y analíticamente la imagen de un objeto que se encuentra a 20 cm en el aire.

(c) Idem (b) pero el objeto está ahora en el medio de índice 2 (recuerde que el aire es el espacio objeto, entonces ¿es un objeto real?).

(d) Idem (b) para objetos reales a 5 cm y 10 cm del vértice de la dioptra.

(e) Analice qué sucede si cambia la relación de índices, manteniendo la forma de la dioptra.

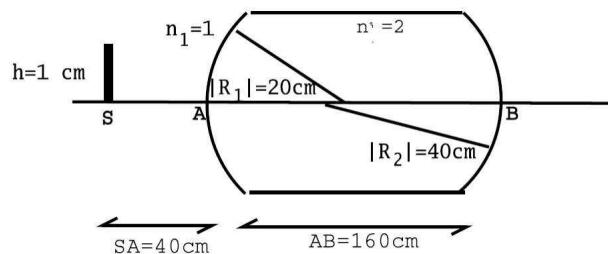
4. (a) Defina objeto real y objeto virtual.

(b) Defina imagen real e imagen virtual.

(c) Analice la veracidad de las siguientes afirmaciones y justifique sus respuestas:

- i. Un objeto es virtual cuando se encuentra a la derecha del sistema óptico.
- ii. Una imagen real de un sistema óptico siempre se comporta para otro sistema óptico que lo suceda como objeto real.
- iii. Una imagen virtual de un sistema óptico siempre se comporta para otro sistema óptico que lo suceda como objeto real.
- iv. Una imagen es real si la puedo registrar sobre una pantalla.
- v. Una imagen es real si la puedo ver o fotografiar.

5. Una barra de material plástico transparente de la forma y dimensiones de la figura, inmersa en aire, es iluminada por una rendija.



- (a) Calcular la posición y el tamaño de la imagen formada por cada una de las dioptras, y especificar si son reales o virtuales ($n' = 2$). (b) Hacer un trazado de rayos a escala. (c) Resuelva los items (a) y (b) para $n' = 1.56$.

Espejos esféricos y planos. Lentes delgadas, sistemas de lentes o instrumentos.

6. Considerando la ecuación de la dioptra se puede deducir que para un espejo esférico las ecuaciones que dan la posición y el aumento de la imagen son: $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = -\frac{2}{R} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{f}$ y $m = -\frac{s'}{s}$; donde ahora los ejes s y s' son coincidentes, mientras que el eje x es positivo en la dirección de avance de la luz incidente (los radios de curvatura de los espejos esféricos se miden según el eje (x)).

(a) Analice el significado físico de f y f' , y establezca si estas magnitudes pueden ser iguales.

(b) Haga los gráficos de s' vs. s tanto para espejos cóncavos como convexos. Analice las características de la imagen para las diferentes ubicaciones del objeto (reales o virtuales, directas o invertidas, aumentadas o disminuidas).

(c) Haga en cada caso analizado en (b) el trazado de rayos correspondientes.

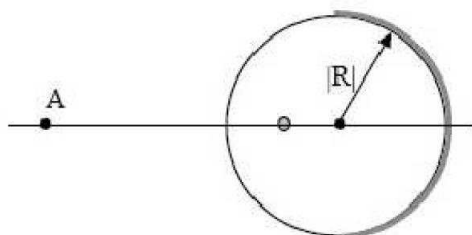
(d) A partir de la ecuación del espejo esférico deduzca la formación de imágenes del espejo plano. Analice claramente si el espejo invierte la relación arriba-abajo y derecha-izquierda.

(e) Qué sucede con la formación de imágenes si al espejo se lo sumerge en agua?

7. Calcule el tamaño mínimo que debe tener un espejo plano para que una persona de 1.8 m de altura se vea entera si sus ojos están a 1.7 m del piso. ¿A qué altura del piso debe estar el espejo?

8. Un espejo esférico cóncavo produce una imagen cuyo tamaño es el doble del tamaño del objeto, siendo la distancia objeto-imagen de 15 cm. Calcule la distancia focal del espejo.

9. Una esfera maciza de vidrio de índice de refracción 1.5 y radio 2 cm se encuentra en aire y tiene una burbuja interior de 2 mm de diámetro a 1 cm de su superficie. La mitad opuesta a la burbuja se encuentra espejada. Un observador mira a la esfera desde el punto A.



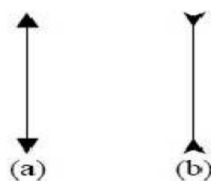
(a) Diga cuántas burbujas ve, de qué tamaño y en qué posiciones se encuentran.

(b) Si se quitase el espejado de la cara posterior, cuántas burbujas vería desde A y en qué posición y de qué tamaño las vería?

10. Una estrella de mar se encuentra en el interior de un acuario ($n_{agua} = 1.3$) y a 50cm de la pared que es de vidrio de índice de refracción $n_v = 1.56$ y de 5.52 cm de espesor. Un observador, en el aire, está a 1 m de la pared. Calcular a qué distancia ve a la estrella de mar. Si el diámetro de la estrella es de 15 cm, de qué diámetro la ve?

Lentes

11. A partir de la ecuación de la dioptra se demuestra que la ecuación paraxial de la lente delgada es:



$\frac{n'}{s'} + \frac{n}{s} = \frac{n' - n_l}{R_2} + \frac{n_l - n}{R_1} = \frac{n'}{f'} = \frac{n}{f} = \phi$, y $m = -\frac{ns'}{n's}$ (aumento lateral), donde n_l es el índice de refracción de la lente. Una lente delgada convergente se esquematiza como la figura (a), y una divergente como la figura (b).

(a) Analice de qué depende la convergencia o divergencia de una lente delgada.

(b) Grafique s' vs. s para lentes convergentes y divergentes, analice las características de la imagen en función de la posición de los objetos y del tipo de objeto (real o virtual).

(c) Tome un objeto, colóquelo en diferentes posiciones y haga el trazado de rayos que le permita visualizar la imagen.

(d) Pueden ser iguales las distancias focales de una lente?

(e) Demuestre que si la lente está inmersa en un único medio y no es simétrica las distancias focales objeto e imagen no dependen de qué cara de la lente reciba la luz.

12. Una lente equiconvexa de radio de curvatura 50 cm está fabricada de un vidrio de índice 1.5.

(a) Calcule las distancias focales cuando la lente está inmersa en aire.

(b) Calcule las distancias focales cuando la lente está inmersa en agua.

(c) Calcule las distancias focales cuando a la izquierda de la lente hay aire y a la derecha agua.

(d) Idem (a),(b),(c) cuando la lente es equicóncava.

13. Se coloca un objeto a 80 cm a la izquierda de una lente equiconvexa de radios de curvatura $|R| = 10$ cm e índice de refracción $n_l = 1.5$.

(a) Analice cómo se comporta la lente si $n = n' = 1.6$.

(b) Idem (a), para $n = n' = 1$.

(c) Idem (a), para $n = 1$ y $n' = 1.6$.

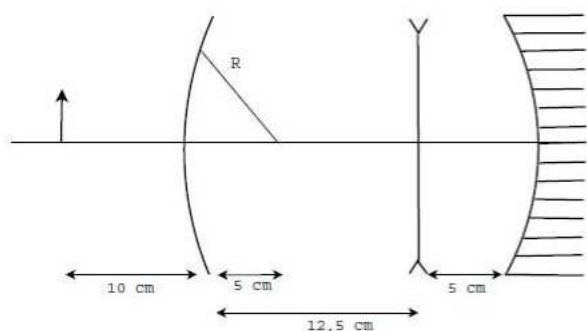
14. Se coloca un objeto a 18 cm de una pantalla, en qué puntos entre la pantalla y el objeto se puede colocar una lente delgada convergente de distancia focal 4 cm, para que la imagen del objeto esté sobre la pantalla? Qué diferencia hay entre ubicarla en una u otra posición? Y si la distancia focal de la lente fuese de 5 cm?

15. Un objeto de 1 cm de alto se encuentra a 10 cm del vértice de una dioptra (ver figura). Hallar analítica y gráficamente la imagen final del sistema.

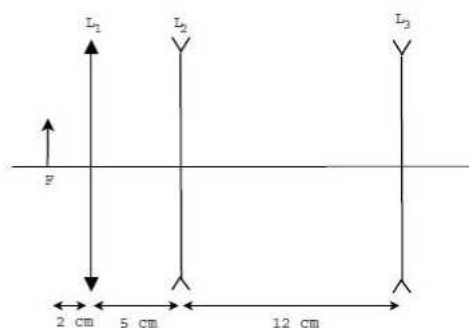
Datos: $|R| = 5$ cm, $|f_{lente}| = 7.5$ cm, $|R_{espejo}| = 20$ cm y $n_{dioptra} = 1.6$. La lente está inmersa en aire.

16. Se tienen tres lentes distribuidas como indica la figura y un objeto ubicado a una distancia de 3 cm a la izquierda de la lente L_1 . Calcular la distancia focal de la lente divergente L_3 y hacer luego el trazado de rayos sabiendo que la imagen final se encuentra 3.75 cm a la izquierda de la lente L_3 .

Datos: $f'_1 = 2$ cm; $f'_2 = -3$ cm. Calcular el tamaño de la imagen final suponiendo que el tamaño real del objeto es de 1 cm.

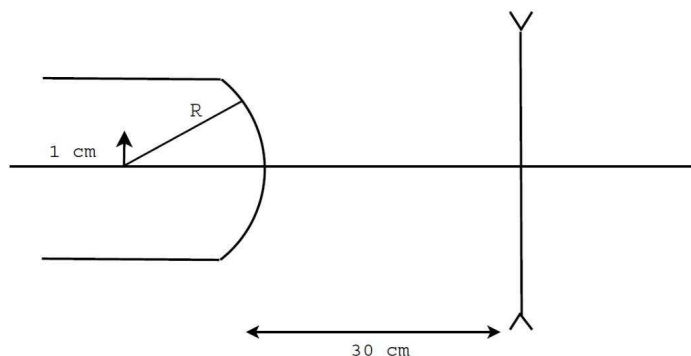


Problema 15



Problema 16

17. Hallar analíticamente y gráficamente la imagen final (ubicación y altura) en el caso de la figura.



Datos: $|R_1| = 10$ cm, $|f_{lente}| = 10$ cm; $n = 1.5$.

Instrumentos ópticos

18. Un microscopio compuesto consta de un objetivo de 4 mm de distancia focal y de un ocular de 30 mm de distancia focal. La distancia entre lentes es de 16 cm y la imagen final se forma a 25 cm del ocular.

- (a) Dónde se encuentra la imagen formada por el objetivo?
- (b) Qué distancia hay entre la muestra y el objetivo?
- (c)Cuál es el aumento del microscopio?

19. Un microscopio compuesto tiene una lente objetivo de 1.2 cm de distancia focal y un ocular de 2 cm de distancia focal separadas 20 cm.

- (a) Hallar el poder amplificador si el punto próximo del observador está a 25 cm.
- (b) ¿En dónde deberá colocarse el objeto si la imagen final ha de verse en el infinito?

20. Una persona con un punto próximo de 25 cm utiliza una lente de 40 D como lupa. ¿Qué amplificación angular se obtiene? ¿Cuál es la amplificación en este ejemplo si el punto próximo de la persona es de 30 cm en lugar de 25 cm?