EBAU FÍSICA ARAGÓN. 2022. ORDINARIA

1. a) Escribe la ecuación de la elongación de un movimiento vibratorio armónico simple y comenta el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. (1 punto)

Una partícula de masa m inicia un movimiento armónico simple en el extremo de su trayectoria y le cuesta 0,1 s llegar al centro de ella. Si la distancia entre ambas posiciones es de 20 cm, calcula:

b) El periodo del movimiento y la frecuencia angular. (0,5 puntos)

c) La ecuación de la posición de la partícula en función del tiempo. Determina la posición de la partícula 1 s después de iniciado el movimiento. (1 punto)

a) x = A sen (ωt+φ)

x (m), es la elongación y es la distancia que separa al punto que realiza el movimiento armónico de su posición de equilibro.

A (m), es la amplitud, la elongación máxima.

ω (rad/s), es la frecuencia angular y es la velocidad angular del hipotético movimiento circular que al proyectarse sobre uno de sus diámetros origina el movimiento armónico simple.

t (s), es el tiempo. φ (rad), es la fase inicial. Representa el estado de oscilación de la partícula en el instante inicial.

b) El tiempo de una oscilación completa será igual a cuatro veces el tiempo que invierte desde un extremo del movimiento hasta la posición de equilibrio:

$$= 0{,}1 \cdot 4 = 0{,}4\ s \qquad \omega = \frac{2\pi}{} = \frac{2\pi}{0{,}4} = 5\pi\ rad/s$$

c) Supongamos que el inicio del MAS se da en el extremo derecho del MAS. La fase inicial es por tanto π/2 radianes.

$$x(t) = A\ sen(\omega t + \varphi_o) \qquad x(t) = 0{,}2\ sen(5\pi \cdot t + \pi/2) \qquad x(t=1) = 0{,}2\ sen(5\pi \cdot 1 + \pi/2) = -0{,}2\ m$$

2. a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de intensidad acústica (o sonoridad). (1 punto)
Un agente secreto está grabando con un teléfono móvil, a través de una pared, una conversación de un espía enemigo. La distancia entre ambos es de 5 m y, debido a la pared, al teléfono sólo le llega un 2% de la intensidad que le llegaría si no hubiera pared. El nivel de intensidad sonora de una conversación a 1 m es de 50 dB.
b) Calcula el nivel de intensidad sonora que llega al móvil. Si el teléfono es capaz de grabar conversaciones a 100 metros de distancia, ¿cuál es el nivel más bajo de intensidad sonora que es capaz de medir? (1,5 puntos)
Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_o = 10^{-12}$ W/m^2.

a) La expresión de la sonoridad es la siguiente:

$$\beta = 10 \cdot log\frac{I}{I_0} \qquad\qquad I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Se ha tomado esta escala logarítmica para mayor comodidad en los valores de la sonoridad. Algo parecido ocurre en los valores de pH.
Además la sensibilidad del oído humano hace que para que notemos una diferencia apreciable en un sonido necesita una gran diferencia en la intensidad del sonido.
Según podemos deducir de las expresiones anteriores, si el radio se multiplica por 10, la intensidad se divide por cien y la sonoridad baja en veinte unidades.
Hay una intensidad mínima, intensidad umbral, capaz de ser captada por el oído humano que es 10^{-12} W/m^2.

Un agente secreto está grabando con un teléfono móvil, a través de una pared, una conversación de un espía enemigo. La distancia entre ambos es de 5 m y, debido a la pared, al teléfono sólo le llega un 2% de la intensidad que le llegaría si no hubiera pared. El nivel de intensidad sonora de una conversación a 1 m es de 50 dB.
b) Calcula el nivel de intensidad sonora que llega al móvil. Si el teléfono es capaz de grabar conversaciones a 100 metros de distancia, ¿cuál es el nivel más bajo de intensidad sonora que es capaz de medir? (1,5 puntos)
Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_o = 10^{-12}$ W/m^2.

b) Calculamos la potencia de la conversación. Luego calculamos la intensidad que llega a 5 m al otro lado de la pared.

$$\beta = 10\log\frac{I}{I_o} \qquad 50 = 10\log\frac{I}{10^{-12}} \qquad I = 10^{-7}\ W/m^2 \qquad I = \frac{P}{S} \qquad P = I\cdot S = 10^{-7}\cdot 4\pi\cdot 1^2 = 1{,}26\cdot 10^{-6}\ W/m^2$$

$$I = \frac{P}{S}\cdot 0{,}02 = \frac{1{,}26\cdot 10^{-6}}{4\pi\cdot 5^2}\cdot 0{,}02 = 8\cdot 10^{-11}\ W/m^2 \qquad \beta = 10\ log\frac{I}{I_o} = 10\ log\frac{8\cdot 10^{-11}}{10^{-12}} = \boxed{19{,}0\ dB}$$

Calculamos la intensidad a 100 m y luego el nivel de intensidad sonora a esa distancia, que es mínima capaz de captar.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{1{,}26\cdot 10^{-6}}{4\pi\cdot 100^2} = 10^{-11}\ W/m^2 \qquad \beta = 10\log\frac{10^{-11}}{10^{-12}} = \boxed{10\ dB}$$

3. Galileo observó por primera vez las lunas de Júpiter en 1610. Encontró que Io, el satélite más cercano a Júpiter que pudo observar en su época, poseía un periodo orbital de 1,8 días y el radio de su órbita era, aproximadamente, 3 veces el diámetro de Júpiter. Asimismo, encontró que el periodo orbital de Calisto (la cuarta luna más alejada de Júpiter) era de 16,7 días. Con esos datos, suponiendo órbitas circulares, calcula:

a) La masa de Júpiter. (1 punto)

b) El radio de la órbita de Calisto. (1 punto)

c) Determina el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter. (0,5 puntos)

Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; Radio de Júpiter R_J = 7,15 x10^7 m.

Io: T = 1,8 días = 155520 s, r = 3·d_J = 3·2·7,15·10^7 =4,29·10^8 m. Calisto: T = 16,7 días = 1442880 s.

a) La fuerza de atracción gravitatoria entre un astro central y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G \cdot M / r}$$

Como la velocidad orbital es constante podemos aplicar:

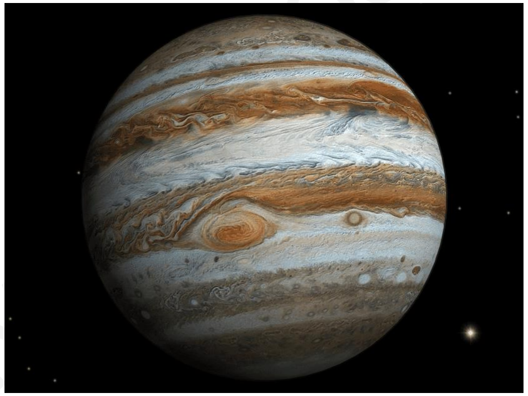
$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi r}{T} \qquad v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{r} \qquad M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot (4{,}29 \cdot 10^8)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (155520)^2} = 1{,}93 \cdot 10^{27}\ kg$$

b)

$$r = \sqrt[3]{\frac{M \cdot G \cdot T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}93 \cdot 10^{27} \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (1442880)^2}{4\pi^2}} = 1{,}89 \cdot 10^9\ m$$

c) Determina el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter. (0,5 puntos)
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; Radio de Júpiter R_J = 7,15 x10^7 m.

$$g = \frac{G \cdot M_J}{R_J^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}93 \cdot 10^{27}}{(7{,}15 \cdot 10^7)^2} = 25{,}18\ m/s^2$$



4. a) Enuncia y explica la ley de gravitación universal. (1 punto)
Una sonda espacial de 300 Kg de masa se encuentra en órbita circular alrededor de la Luna, a 150 Km de su superficie. Calcula:
b) La energía mecánica y la velocidad orbital de la sonda. La velocidad de escape de la atracción lunar desde esa posición. (1,5 puntos)
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; radio de la Luna R_L = 1,74 x 10^6 m; masa de la Luna M_L = 7,35 x 10^{22} kg.

a) Cualquier par de cuerpos se atraen mutuamente y debido a sus masas con una fuerza gravitatoria cuyo valor es directamente proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros de gravedad. Su expresión matemática es:

$$\overrightarrow{F_{12}} = -\overrightarrow{F_{21}} \qquad F_{12} = F_{21} = F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Vectorialmente:

$$\overrightarrow{F_{12}} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

La constante de proporcionalidad G recibe el nombre de constante de gravitación universal.

b) La fuerza de atracción gravitatoria entre un astro central y un satélite que orbita a su alrededor es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante. R = h + R = 1,89·10^6 m

$$F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad v = \sqrt{G \cdot M / r} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}35 \cdot 10^{22}}{1{,}89 \cdot 10^6}} = 1610{,}6 \ m/s$$

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y de la energía potencial.

$$Em = Ec + Ep = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{G \cdot M}{r} - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{2r}$$

$$Em = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}35 \cdot 10^{22} \cdot 300}{2 \cdot 1{,}89 \cdot 10^6} = -3{,}89 \cdot 10^8 \ J$$

La velocidad de escape es la mínima velocidad que debe poseer un cuerpo para que escape definitivamente de la atracción gravitatoria de la Luna. Por lo tanto suponemos que llega a una distancia infinita con una velocidad nula en donde su energía potencial es cero. Para deducir su expresión aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica.

$$\Delta Em = cte \qquad Ec(h) + Ep(h) = Ec(\infty) + Ep(\infty) = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_e^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = 0 \qquad v_e = \sqrt{2 \cdot G \cdot M / r} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}35 \cdot 10^{22}}{1{,}89 \cdot 10^6}} = 2277{,}7 \ m/s$$

5. a) ¿Qué potencial electrostático crea una carga puntual q en cualquier punto de su entorno? Explica el significado físico del potencial. (1 punto)
En el punto O, origen de un sistema de coordenadas cartesianas, existe una carga de -0,05 nC, y en el punto B de coordenadas (5 cm, 0 cm), una de 0,09 nC.
b) Determina el punto P situado en el segmento entre O y B en el que el potencial eléctrico se anula. Calcula el potencial eléctrico en el punto Q de coordenadas (4 cm, 0 cm). (1 punto)
c) Se deja un electrón en reposo en el punto P. Calcula con qué velocidad llegará al punto Q. (0,5 puntos)
Datos: Constante de Coulomb K = 9 x 10^9 N m^2 C^{-2}; masa del electrón m_e = 9,11 × 10^{-31} kg; carga del electrón q_e = -1,6.10^{-19} C; 1 nC = 10^{-9} C.

---

a) El potencial eléctrico es una magnitud escalar puntual, V (P), que se define como la energía potencial eléctrica por unidad de carga prueba situada en un determinado punto del espacio. Su expresión matemática es:

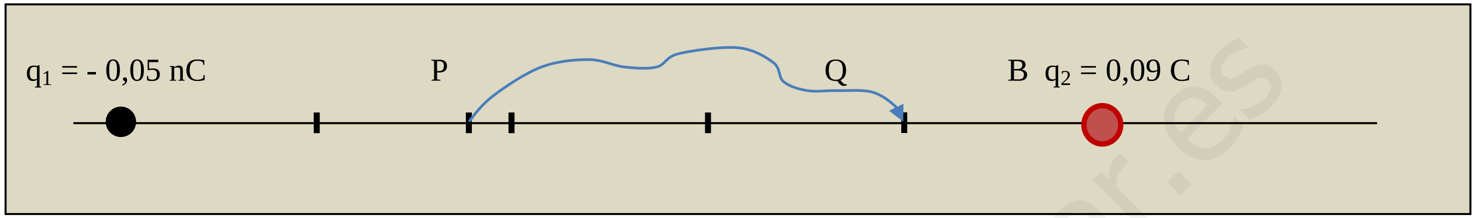
$$V(p) = \frac{Ep\ (p)}{q}$$

Siendo Ep (P) la energía potencial eléctrica de la carga prueba q situada en el punto P. La unidad de V (P) en el Sistema Internacional es el voltio (V): V = J / C. Si el campo eléctrico está creado por una carga puntual Q situada en el origen del S.R.:

$$Ep(p) = \frac{Q \cdot q}{r} \quad \rightarrow \quad V(p) = \frac{Q}{r}$$

Como se observa, V (P) es una magnitud numérica positiva o negativa, dependiendo del signo de la carga creadora (positiva o negativa), cuyo valor absoluto es directamente proporcional al valor absoluto de dicha carga creadora e inversamente proporcional a la distancia que separa el punto P de ella.

b)



Habrá un punto, P, en el que los potenciales creados por las dos cargas se anulan. Siendo x la distancia a q_1.

$$V(P) = 0 = V_1 + V_2 = \quad \cdot \frac{q_1}{x} + \quad \cdot \frac{q_2}{0{,}05 - x} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-5 \cdot 10^{-11}}{x} + \frac{9 \cdot 10^{-11}}{0{,}05 - x} \right) \qquad \frac{9}{0{,}05 - x} = \frac{5}{x}$$

$$x = 0{,}018\, m = 1{,}8\, cm \qquad Punto\ (1{,}8\, cm, 0)$$

$$V(Q) = V_1 + V_2 = \quad \cdot \frac{q_1}{r_1} + \quad \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{-5 \cdot 10^{-11}}{0{,}04} + \frac{9 \cdot 10^{-11}}{0{,}01} \right) = 69{,}75\, V$$

c) Aplicamos el principio de conservación de la energía mecánica.

$$Em(P) = Em(Q) \qquad Ep(P) + \cancel{Ec(P)} = Ep(Q) + Ec(Q) \qquad Ec(Q) = Ep(P) - Ep(Q)$$

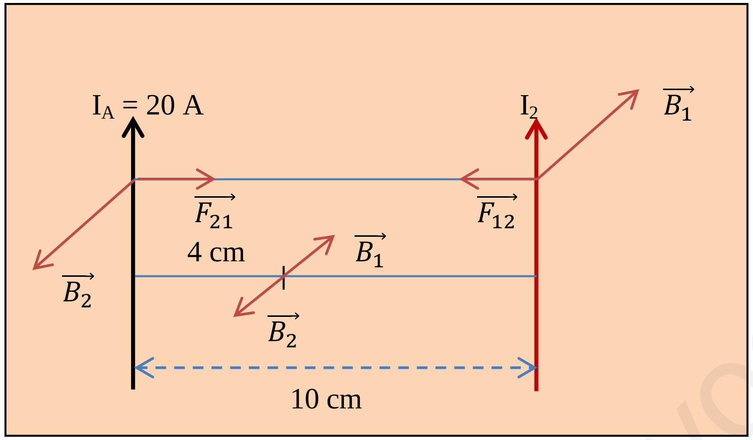
$$\frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 = q_e \cdot [\cancel{V(P)} - V(Q)] = -q_e \cdot V(Q) \qquad v_e = \sqrt{\frac{-q_e \cdot V(Q) \cdot 2}{m_e}} = \sqrt{\frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 69{,}75 \cdot 2}{9{,}11 \cdot 10^{-31}}} = 4{,}95 \cdot 10^6\ m/s$$

6. Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 10 cm. Por A pasa una corriente $I_A = 20$ A hacia arriba.

a) Determina la intensidad de la corriente en el segundo cable sabiendo que el campo magnético es cero en un punto situado a 4,0 cm a la derecha de A. (1 punto)

b) ¿Cuál es la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada cable? ¿Cuál de ellos se encuentra sometido a mayor fuerza? Dibuja un esquema para indicar la dirección y el sentido de las fuerzas. (1,5 puntos)

Dato: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ m·kg·C^{-2}.



a)

Con la regla de la mano derecha deducimos que en el punto situado 4 cm a la derecha de I_1, B_1 está dirigido hacia dentro.

Por lo tanto B_2 debe estar dirigido hacia fuera.

Por ello la corriente I_2 también debe estar dirigida hacia arriba.

Los módulos de los dos campos deben ser iguales.

$$B_1 = B_2 \qquad \frac{\mu_o \cdot I_1}{2\pi \cdot r_1} = \frac{\mu_o \cdot I_2}{2\pi \cdot r_2} \qquad \frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \qquad I_2 = \frac{I_1 \cdot r_2}{r_1} = \frac{20 \cdot 0{,}06}{0{,}04} = 30\ A$$

b) Las fuerzas son atractivas y son iguales en módulo aunque tienen sentido opuesto.

$$F = F_{12} = F_{21} = \frac{\mu_o \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot L}{2\pi \cdot r} \qquad \frac{F}{L} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 20 \cdot 30}{2\pi \cdot 0{,}1} = 0{,}0012\ N/m$$

7. a) Define las siguientes magnitudes asociadas a los procesos de desintegración radiactiva: Actividad radiactiva (A), periodo de semidesintegración (T) y vida media (τ). (1 punto)
b) El tritio ^3H se utiliza para la datación de vinos. Tiene un período de semidesintegración de 12,33 años. Calcula cuanto tiempo ha estado envasado un vino si su actividad actual es un 10% de la inicial. (1,5 puntos)

---

a) Actividad radiactiva (A): es el número de desintegraciones nucleares que se producen en la unidad de tiempo. Representa la velocidad de desintegración. Es proporcional a la constante radiactiva y al número de núcleos presentes en la muestra. Su unidad es el bequerelio, Bq, que es el número de desintegraciones por segundo.
Periodo de semidesintegración ($T_{1/2}$) =Es el tiempo que debe pasar para que la actividad de una muestra radiactiva pase a ser la mitad. Coincide con el tiempo necesario para que queden la mitad de los núcleos radiactivos iniciales. Está relacionado con la constante radiactiva por la ecuación:

$$T_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

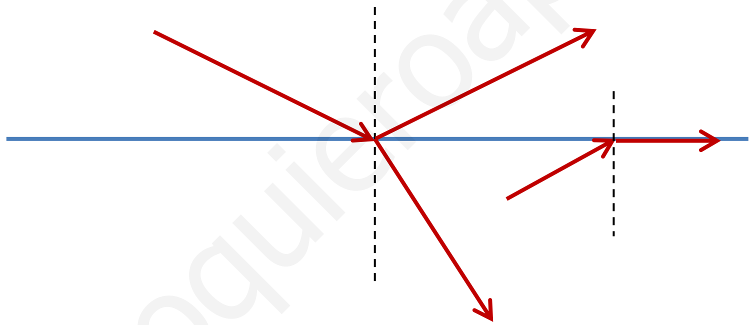
Vida media (τ): es el promedio de vida de un núcleo presente en una muestra radiactiva antes de desintegrarse. Es el inverso de la constante radiactiva.

b) Utilizamos la ecuación integrada de la desintegración radiactiva.

$$A = A_o \cdot e^{-\lambda t} = A_o \cdot e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}t} \qquad \ln(A/A_o) = -\frac{ln2 \cdot t}{T_{1/2}} \qquad t = -\frac{\ln(A/A_o) \cdot T_{1/2}}{ln2} = -\frac{\ln(0{,}1) \cdot 12{,}33}{ln2} = 40{,}96\ años$$

8. a) Enuncia y explica las leyes de la reflexión y de la refracción para la luz. (1 punto)
Considera la refracción de un rayo de luz monocromática que proviene del aire e incide en un líquido de índice de refracción n_L.
b) El rayo forma con la vertical un ángulo de 46º en el aire, y de 30º en el líquido. ¿Qué valor tiene el índice de refracción n_L del líquido? (0,75 puntos)
c) Si se cambia el líquido por otro con un índice de refracción 1,72 y el rayo incide desde el líquido hacia el aire, ¿a partir de qué ángulo se produce reflexión total? (0,75 puntos)
Dato: Índice de refracción del aire n = 1.

a)



La reflexión de la luz es el cambio de dirección que experimenta la luz cuando incide sobre la superficie de separación de dos medios, volviendo al primero de ellos. Se rige por dos principios o leyes de la reflexión:
1.- El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano
2.- El ángulo del rayo incidente y el de reflexión son iguales:

La refracción de la luz se produce cuando la luz pasa al segundo medio. Al hacerlo cambia la velocidad de la luz y su longitud de onda, pero no la frecuencia. Se cumple que:

$$v \quad \frac{c}{n} \qquad\qquad y \qquad\qquad n_1 \cdot \lambda_1 \quad n_1 \cdot \lambda_1$$

Donde v es la velocidad de la luz en el medio. c, es la velocidad de la luz en el vacío. n, es el índice de refracción del medio. λ, es la longitud de onda.

En la refracción se cumple las siguientes dos leyes:

1.- El rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano

2.- La ley de Snell de la refracción, que marca la relación entre el ángulo de incidencia i, el de refracción r, y los índices de refracción absolutos de la luz en los medios 1 y 2, n_1 y n_2, según:

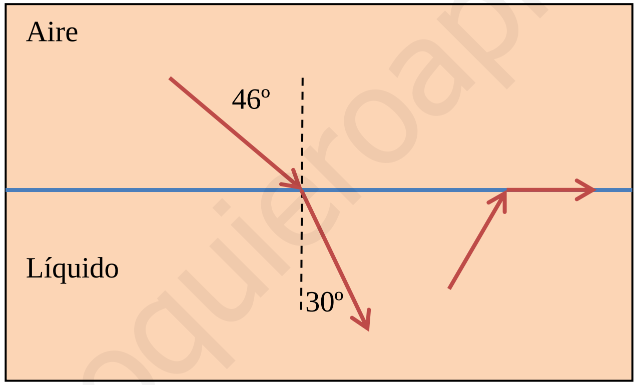
$$\frac{sen\, i}{sen\, r} \quad \frac{v_2}{v_1} \quad \frac{n_2}{n_1}$$

Cuando la luz pasa de un medio con mayor índice a otro con menor índice de refracción, la luz se separa de la normal. Hay un cierto ángulo de incidencia, ángulo límite, L, a partir del cual no se produce la refracción, puesto que el ángulo de refracción sería 90º. Para ángulos mayores que el ángulo límite se produce la reflexión total.

$$L \quad arc\ sen\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Considera la refracción de un rayo de luz monocromática que proviene del aire e incide en un líquido de índice de refracción n_L.
b) El rayo forma con la vertical un ángulo de 46º en el aire, y de 30º en el líquido. ¿Qué valor tiene el índice de refracción n_L del líquido? (0,75 puntos)
c) Si se cambia el líquido por otro con un índice de refracción 1,72 y el rayo incide desde el líquido hacia el aire, ¿a partir de qué ángulo se produce reflexión total? (0,75 puntos)
Dato: Índice de refracción del aire n = 1.

b)



$$\frac{seni}{senr} \quad \frac{n_2}{n_1} \qquad n_2 \quad n_1 \cdot \frac{sen}{senr} \quad 1 \cdot \frac{sen46}{sen30} \quad \boxed{1{,}44}$$

c)

$$\frac{senL}{sen90} \quad \frac{n_{aire}}{n_L} \qquad L \quad arc\ sen\left(\frac{n_{aire}}{n_L}\right) \quad arc\ sen\left(\frac{1}{1{,}72}\right) \quad \boxed{35{,}55°}$$