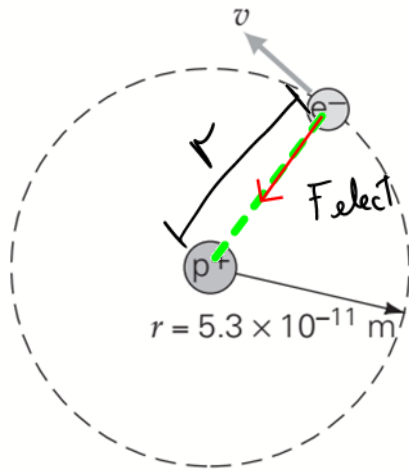


36. ●● Calcule la fuerza gravitacional y eléctrica entre el electrón y el protón en el átomo de hidrógeno (▼ figura 15.24), suponiendo que están a una distancia de  $5.3 \times 10^{-11}$  m. Luego calcule la razón entre la magnitudes de la fuerza eléctrica y la de la fuerza gravitacional.



◀ FIGURA 15.24 Átomo de hidrógeno Véanse los ejercicios 36 y 37.

$$\begin{cases} \text{protón: } +e \\ \text{electrón: } -e \end{cases}$$

$$F_{\text{elect}} = \frac{K (e)(e)}{r^2}$$

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$K = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

$$r = 5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$F_{\text{elect}} = 8,22 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$F_{\text{grav}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$F_{\text{grav}} = 3,62 \times 10^{-47} \text{ N}$$

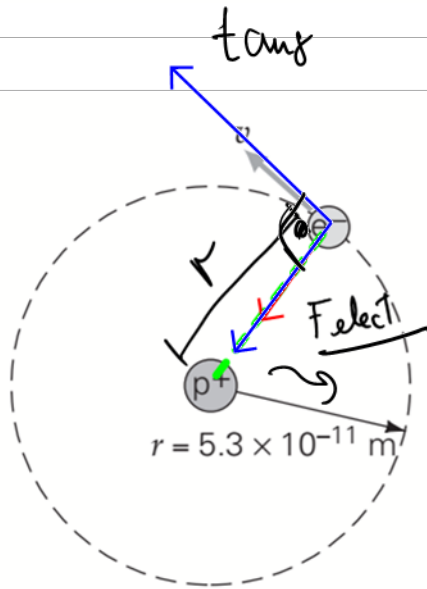
TABLA 15.1 Partículas subatómicas y sus cargas eléctricas

Partícula	Carga eléctrica*	Masa*
Electrón	$-1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$	$m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Protón	$+1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$	$m_p = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Neutrón	0	$m_n = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

\* Aunque los valores están dados con cuatro cifras significativas, usaremos sólo dos o tres cifras en nuestros cálculos.

$$\frac{F_{\text{elect}}}{F_{\text{grav}}} \sim 10^{39}$$

37. ●●● En promedio, el electrón y el protón en un átomo de hidrógeno están separados por una distancia de  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  (figura 15.24). Suponiendo que la órbita del electrón es circular, a) ¿cuál es la fuerza eléctrica sobre el electrón? b) ¿Cuál es la rapidez orbital del electrón? c) ¿Cuál es la magnitud de la aceleración centrípeta del electrón en unidades de  $g$ ?



radio  
normal  
centrípeta

## Dinámica Circular

- $\Sigma \vec{F}_{rad} = m \vec{a}_{actp}$

$$\Sigma \vec{F}_{rad} = m \vec{a}_{actp}$$

$$F_{ctp} = m a_{actp}$$

$$\vec{P}_{actp} = m \vec{a}_{actp}$$

$$F_{elect} = m a_{actp}$$

$$a_{actp} = \frac{F_{elect}}{m}$$

$$= \frac{8.22 \times 10^{-8} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 9.02 \times 10^{22} \text{ m/s}^2$$

$$\frac{a_{actp}}{g} = \frac{9.02 \times 10^{22} \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 9.20 \times 10^{21}$$

$$a_{actp} = 9.20 \times 10^{21} g$$

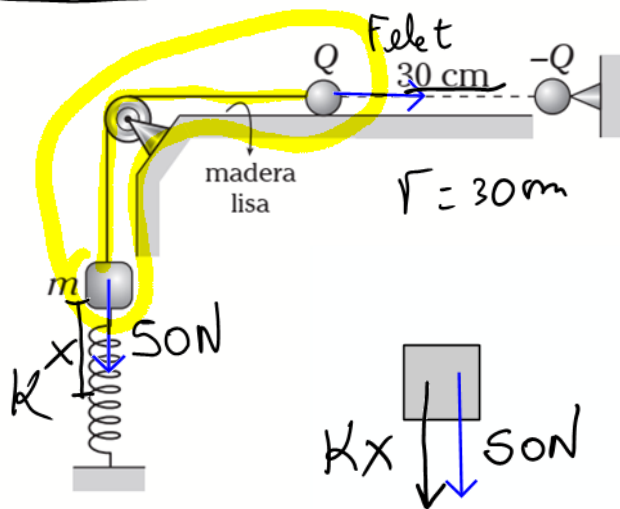
Cinématica Circular :

$$a_{actp} = \frac{v^2}{r}$$

$$v = (r a_{actp})^{1/2}$$

$$v = (5.3 \times 10^{-11} \times 9.022 \times 10^{22})^{1/2} \approx 2.2 \times 10^6 \text{ m/s}$$

1. El sistema que se muestra está en reposo. Determine la **deformación** del resorte de rigidez 1000 N/m. (Considere  $m=5$  kg,  $g=10$  m/s<sup>2</sup> y  $|Q|=25$   $\mu$ C)

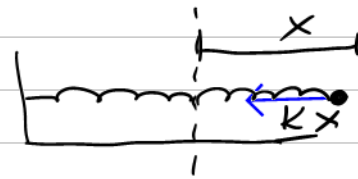


$$F_{\text{elect}} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_{\text{elect}} = \frac{9 \times 10^9 \times (25 \times 10^{-6})^2}{(0.3)^2}$$

$$F_{\text{elect}} = 62.5 \text{ N}$$

$x$ : estiramiento del resorte



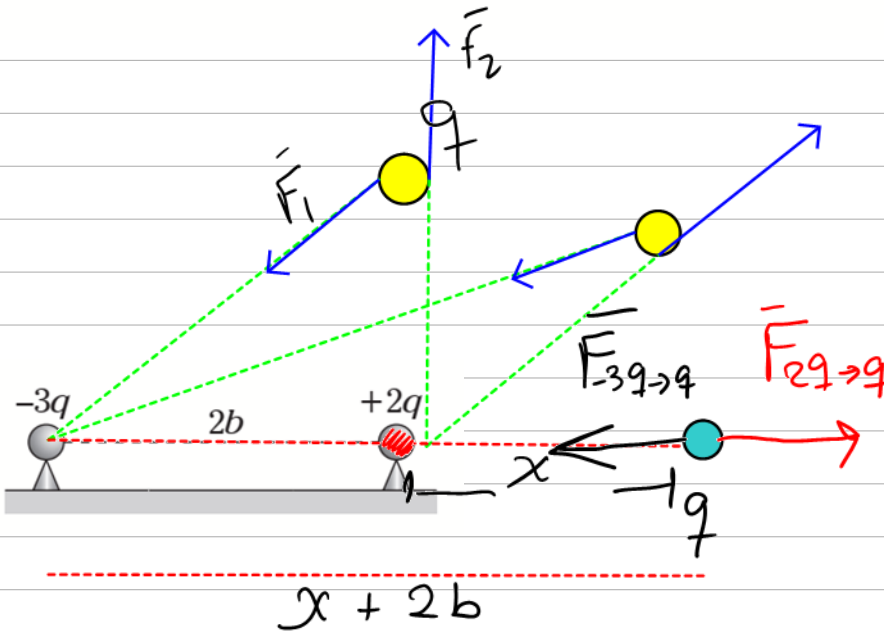
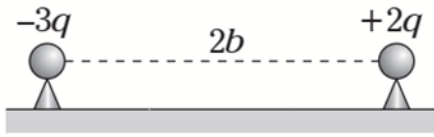
$$F_{\text{elect}} = kx + SO$$

$$62.5 = 1000x + SO \Rightarrow 12.5 = 1000x$$

$$x = 0.0125 \text{ m} = 1.25 \text{ cm}$$

2. En el gráfico, ¿a qué distancia de la partícula  $+2q$  se debe colocar una partícula electrizada, de tal manera que quede en reposo? (Desprecie efectos gravitatorios)

Reposo  $\rightarrow$   $\begin{cases} a=0 \\ \text{(Equilibrio)} \\ v=0 \end{cases}$



Equilibrio

$$\vec{F}_{-3q \rightarrow q} + \vec{F}_{+2q \rightarrow q} = 0$$

$$\vec{F}_{-3q \rightarrow q} = -\vec{F}_{+2q \rightarrow q}$$

$$K \frac{(3q)(q)}{(x+2b)^2} = K \frac{(2q)q}{x^2}$$

$$3x^2 = 2(x+2b)^2$$

$$3x^2 = 2(x^2 + 4xb + 4b^2)$$

$$x^2 - 8bx - 8b^2 = 0$$

$$\begin{aligned} a &= 1 \\ b &= -8b \\ c &= -8b^2 \end{aligned}$$

$$x_{1,2} = \frac{8b \pm \sqrt{(8b)^2 - 4(-8b^2)(1)}}{2}$$

$$x_{1,2} = \frac{8b \pm 4\sqrt{6}b}{2} = b(4 \pm 2\sqrt{6})$$

$$x_1 = b(4 + 2\sqrt{6}) = 8.89b \quad \checkmark$$

$$x_2 = b(4 - 2\sqrt{6}) = -0.89b \quad \times \text{ No tiene sentido físico}$$

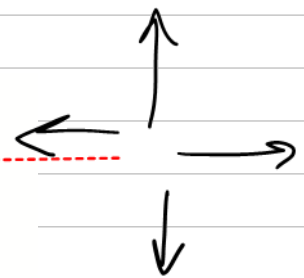
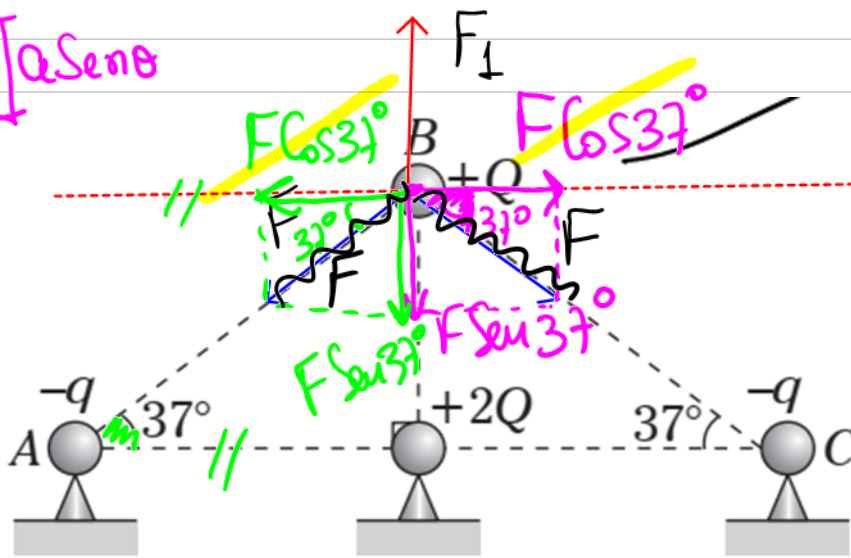
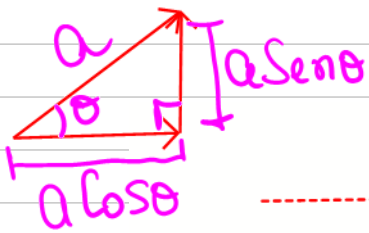
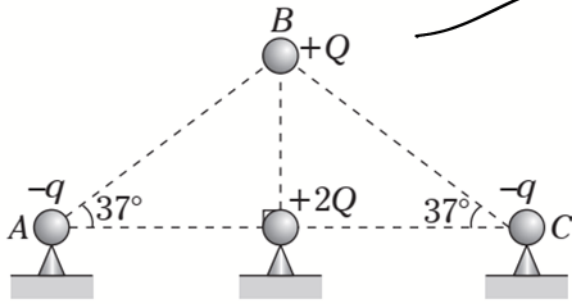
3. El sistema de pequeñas esferas electrizadas está en equilibrio. Despreciando la masa de  $+Q$ , determine la relación  $\frac{|Q|}{|q|}$ .

Equilibrio

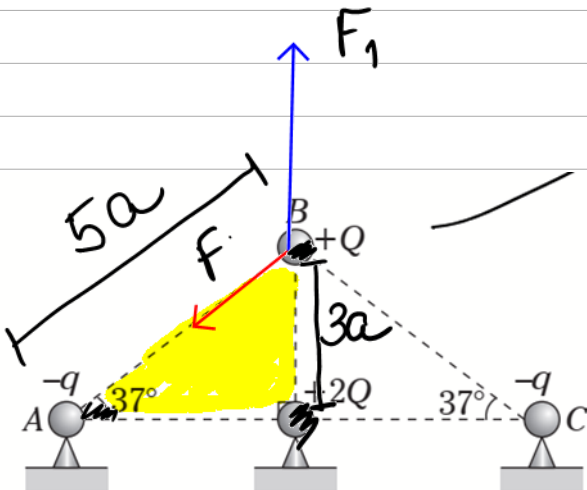
$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\sum F_{\text{arriba}} = \sum F_{\text{abajo}}$$

$$\sum F_{\text{derecha}} = \sum F_{\text{izquierda}}$$



$$F_1 = 2F \text{ Sen } 37^\circ$$



$$F = k \frac{(q)(q)}{(3a)^2}$$

$$F_1 = k \frac{(Q)(2Q)}{(3a)^2}$$

$$\frac{k Q(2Q)}{(3a)^2} = 2 \frac{k(q)(q)}{(3a)^2} \times \frac{3}{5}$$

$$\frac{2Q}{9a^2} = \frac{6q}{25a^2} \times \frac{1}{5}$$

$$\frac{Q}{9} = \frac{24}{125}$$

## P2. Carga oscilante.

Considera dos pequeñas esferas sujetas en los extremos de una varilla no conductora de longitud  $2d$  (Figura 1). Una tercera esfera C tiene masa  $m$  y puede deslizarse sin rozamiento en la varilla. Las tres esferas son no conductoras y cada una tiene una carga eléctrica  $q$  distribuida sobre su superficie. Se separa la esfera C una distancia  $x$  de la posición de equilibrio O.

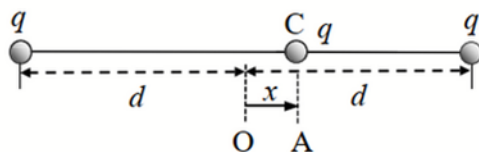
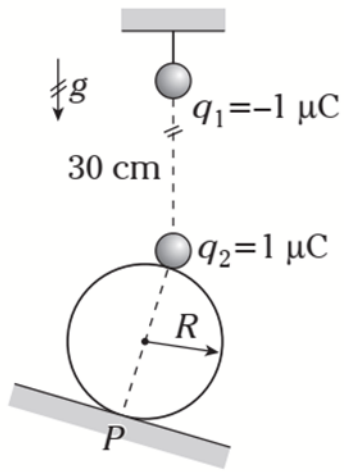


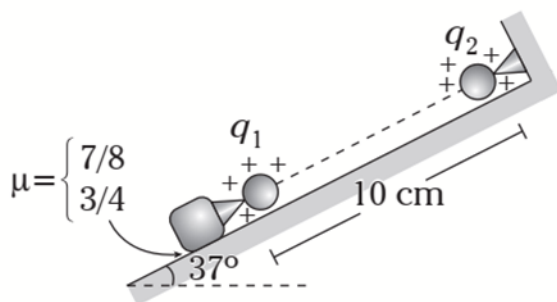
Fig. 1

- a) Halla la expresión de la fuerza que actúa sobre la esfera C cuando se encuentra a distancia  $x$  de la posición de equilibrio.

4. El anillo homogéneo (aislante) se encuentra en equilibrio tal como se muestra. Determine el valor de la fuerza que le ejerce el plano inclinado. ( $P$  es punto de tangencia)



7. El bloque se encuentra a punto de resbalar. Determine la masa de dicho bloque. ( $q_1=0,5 \mu\text{C}$ ;  $q_2=0,2 \mu\text{C}$ ;  $g=10 \text{ m/s}^2$ ).





9. Si en la región donde se encuentra la pequeña esfera electrizada con  $-4 \mu\text{C}$  se establece un campo eléctrico homogéneo de intensidad  $\vec{E}=400 \text{ N/C} (\hat{j})$ . ¿En cuánto varía la lectura del dinamómetro ideal?

