

Fuerzas

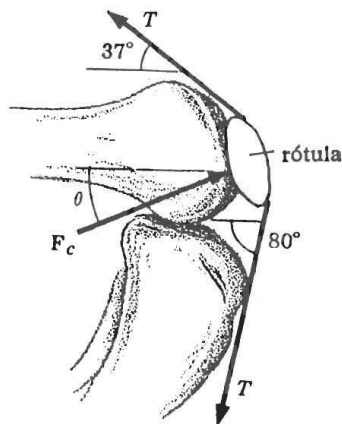
1. Al igual que las demás fuerzas, las fuerzas gravitatorias se suman vectorialmente. Considerar un cohete que viaja de la Tierra a la Luna a lo largo de una línea recta que une sus centros. (a) ¿A qué distancia x del centro de la Tierra la fuerza \vec{F}_T que la Tierra ejerce sobre el cohete es igual y opuesta a la fuerza \vec{F}_L que la Luna ejerce sobre el cohete? (b) ¿Cuál es el valor de la aceleración de la gravedad g_L en la superficie de la Luna?

Datos: Masa de la Tierra = $5,97 \times 10^{24}$ kg, masa de la Luna = $7,35 \times 10^{22}$ kg, radio de la órbita lunar = $3,84 \times 10^8$ m, radio de la Luna = 1740 km, $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻².

[Solución: (a) $x = 3,45 \times 10^8$ m; (b) $g_L = 1,62$ m/s²]

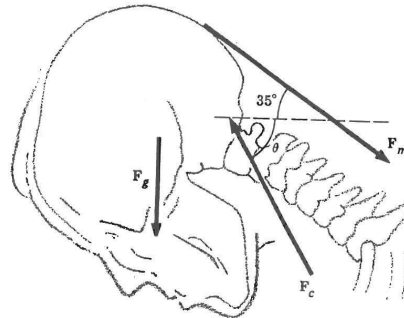
- ♣ 2. La Figura muestra la forma que tiene el tendón del cuádriceps al pasar por la rótula. Si la tensión del tendón es 140 kp, ¿cuál es (a) el módulo y (b) la dirección de la fuerza de contacto \vec{F}_c ejercida por el fémur sobre la rótula?

Nota: 1 kp = 9,8 N.



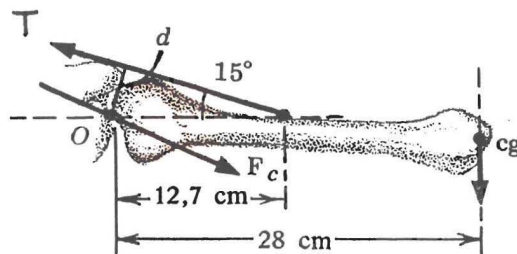
[Solución: (a) $F_c = 146$ kp; (b) $\theta = 21,5^\circ$]

3. La Figura representa la cabeza de un estudiante inclinada sobre su libro en una situación de equilibrio. La cabeza tiene una masa de 4,5 kg y está sostenida por la fuerza muscular \vec{F}_m ejercida por los extensores del cuello y por la fuerza de contacto \vec{F}_c ejercida en la articulación atlanto-occipital. Si el módulo de \vec{F}_m es de 53,5 N y está dirigida por debajo de la horizontal formando un ángulo de 35° , hallar (a) el módulo y (b) la dirección de \vec{F}_c .



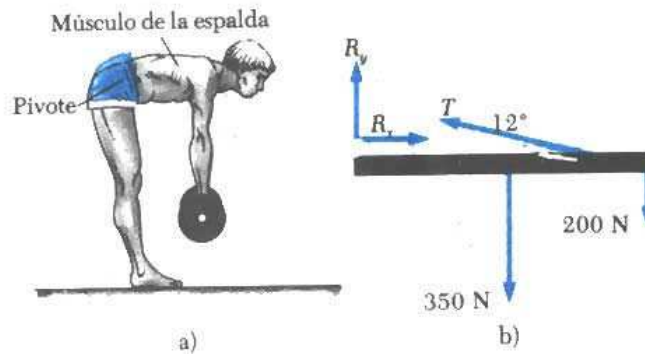
[Solución: (a) $F_c = 86,5 \text{ N}$; (b) $\theta = 59,7^\circ$]

4. El músculo deltoideos sube el brazo hasta una posición horizontal (ver Figura). El músculo está fijado a 12,7 cm de la articulación del hombro y forma un ángulo de 15° con el húmero. Si el peso del brazo es de 40 N y su centro de gravedad está situado a 28 cm de la articulación, calcular (a) el módulo de la fuerza de contacto \vec{F}_c que actúa sobre la articulación, (b) el ángulo θ que dicha fuerza forma con la horizontal y (c) el módulo de la tensión \vec{T} que ejerce el deltoideos.



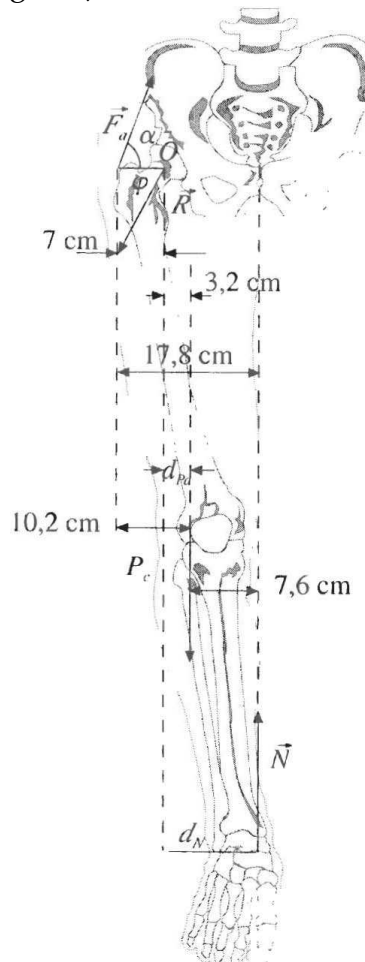
[Solución: (a) $F_c = 332,6 \text{ N}$; (b) $\theta = 8,3^\circ$; (c) $T = 340,7 \text{ N}$]

5. Una persona se inclina y levanta un peso de 200 N, con la espalda en posición horizontal (ver Figura). El músculo de la espalda está unido a un punto a dos terceras partes de la espina dorsal formando un ángulo de 12° . Tomando el peso de la parte superior del cuerpo como 350 N, encontrar la tensión en el músculo de la espalda y la fuerza de compresión en la articulación.



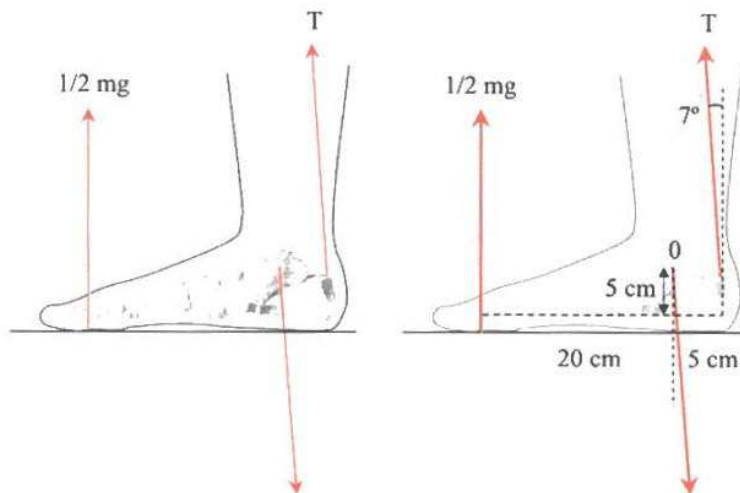
[Solución: $T = 2705,5 \text{ N}$, $R_x = 2646,4 \text{ N}$, $R_y = -12,5 \text{ N}$]

- ♣ 6. Cuando una persona está de pie, los huesos de la pierna están distribuidos como se ve en la Figura. \vec{F}_a es la fuerza que realizan los músculos aductores, \vec{R} la fuerza que realiza el ilion sobre la cabeza del fémur, \vec{P}_c el peso de la pierna y \vec{N} la fuerza que ejerce el suelo sobre la pierna. Si la persona es de 85 kg, la pierna tiene una masa de 10 kg y el ángulo α vale 60° , calcular F_a , R y el ángulo φ .



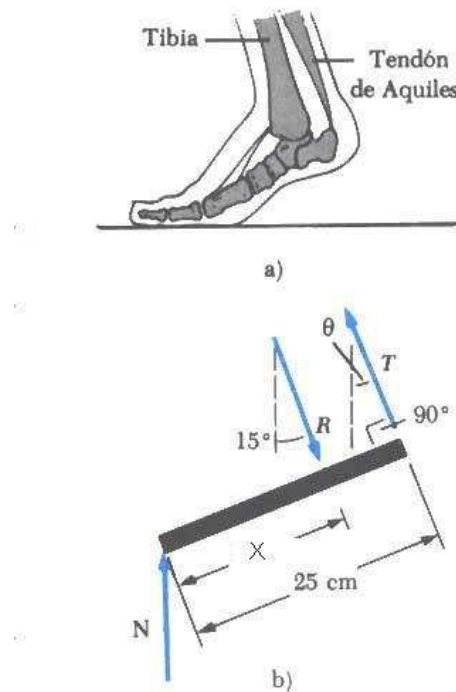
[Solución: $F_a = 690,28 \text{ N}$, $R = 979,15 \text{ N}$, $\varphi = 69,36^\circ$]

7. Consideremos el pie de una persona de 70 kg en reposo (ver Figura). Sobre él actúa la fuerza de contacto del suelo, igual a la mitad del peso del cuerpo, que supondremos está aplicada en un punto a 5 cm de la puntera. La longitud total del pie es de 30 cm y los huesos de la pierna se apoyan sobre los huesos tarsianos del pie en un punto situado a 25 cm de la puntera. Los músculos de la pierna, gastrocnemio y sóleo, que parten del fémur, la tibia y el peroné, tiran del hueso calcáneo, en el borde del talón, con un ángulo de inserción de 7° con la vertical. Si la altura a la que se sitúa el punto de contacto pierna-pie está a 5 cm de altura sobre la vertical, calcular (a) la fuerza \vec{T} con que tira el grupo de músculos y (b) la fuerza \vec{R} que ejercen los huesos de la pierna, tibia y peroné sobre el pie en el punto de apoyo. *Nota:* el punto de aplicación de la fuerza \vec{T} se supone a nivel del suelo.



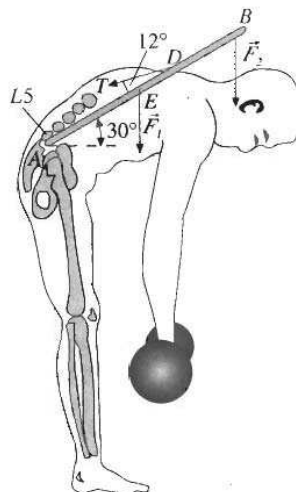
[Solución: (a) $T = 1575 \text{ N}$; (b) $R_x = 192 \text{ N}$, $R_y = -1907 \text{ N}$]

8. Cuando una persona se apoya sobre la punta de uno de sus pies, la posición del pie queda como se ve en la Figura a). En la Figura b) se muestra un modelo mecánico para esta situación, donde T es la tensión en el tendón de Aquiles. Calcular T , la fuerza R que actúa en la articulación debido a la tibia y la distancia x a la articulación, si $\theta = 21^\circ$, R forma un ángulo de 15° con la vertical y el peso de la persona es de 700 N.



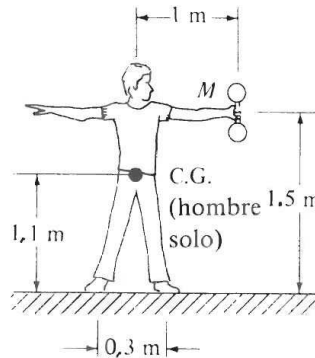
[Solución: $T = 1733,24 \text{ N}$, $R = 2400 \text{ N}$, $x = 18,15 \text{ cm}$]

9. La representación de fuerzas de una persona que levanta un peso se puede esquematizar como muestra la Figura. \vec{F}_1 representa el peso del tronco y su módulo vale 320 N. La fuerza \vec{F}_2 es la resultante del peso de la cabeza más el de las pesas que levanta y su módulo vale 382 N. Calcular: (a) el valor de la fuerza \vec{T} de tensión de los músculos; (b) el módulo y (c) el ángulo que forma con la horizontal la fuerza \vec{R} que actúa sobre la quinta vértebra lumbar (L5), donde se supone que la espalda recibe la reacción del resto del cuerpo. Los puntos de aplicación de las fuerzas están situados a distancias $AD = \frac{2}{3}AB$ y $AE = \frac{1}{2}AB$, siendo AB la longitud del tronco.



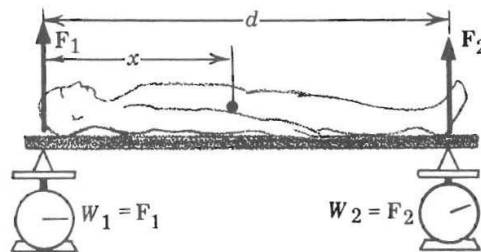
[Solución: (a) $T = 3386 \text{ N}$; (b) $R = 3664 \text{ N}$; (c) $\varphi = 28,5^\circ$]

- ♣ 10. El hombre de la Figura tiene una masa de 70 kg y en una mano sostiene una pesa de 10 kg de masa. a) Hallar las coordenadas vertical y horizontal del centro de gravedad resultante, del hombre más la masa M . b) ¿Cuál es el valor máximo de la masa M de la pesa que puede sostener sin caerse?



[Solución: (a) $x_{cg} = 0,125 \text{ m}$, $y_{cg} = 1,15 \text{ m}$ desde el suelo; (b) $M_{\max} = 12,35 \text{ kg}$]

11. El centro de gravedad de una persona se mide pesando la persona sobre una plataforma apoyada en dos balanzas (ver Figura). Las balanzas se ajustan para marcar cero cuando sólo soportan la plataforma. Hallar la distancia x del centro de gravedad a la cabeza en función de los valores W_1 y W_2 que marcan las balanzas, y de la talla d de la persona.



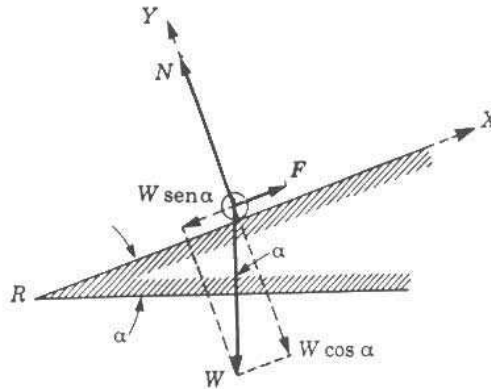
[Solución: $x = \frac{W_2}{W_1 + W_2} d$]

12. Supongamos un cuerpo de masa $m = 50 \text{ kg}$ que se desliza por una superficie horizontal con un coeficiente cinético de rozamiento $\mu = 0,7$. a) Hallar la fuerza F con la que hay que tirar del cuerpo para mantenerlo en movimiento si ésta forma un ángulo $\alpha = 30^\circ$ con la horizontal. b) Hallar la fuerza si lo que hacemos es empujar el cuerpo en una dirección que forma el mismo ángulo con la horizontal.

[Solución: (a) $F = 282 \text{ N}$; (b) $F = 665 \text{ N}$]

13. Un cuerpo que se encuentra sobre un plano inclinado (ver Figura) está en equilibrio si la fuerza de tracción \vec{F} , su peso \vec{W} y la fuerza normal \vec{N} ejercida por el plano suman ce-

ro, suponiendo despreciable la fuerza de fricción. Si la masa del cuerpo es de 10 kg y el ángulo $\alpha = 25^\circ$, calcular la fuerza \vec{F} que habría que aplicar sobre el objeto para que éste permanezca en equilibrio.



[Solución: $F = 41,4 \text{ N}$]

- ♣ 14. Dos personas quieren empujar un congelador de alimentos de 200 kg hacia arriba por una rampa inclinada que forma un ángulo de 37° con la horizontal. El coeficiente de rozamiento cinético entre el congelador y la rampa es $\mu_c = 0,5$ y el estático $\mu_e = 0,6$. a) ¿Cuál es la mínima fuerza que han de ejercer las personas para que el congelador se deslice hacia arriba? b) ¿Qué aceleración tendrá el congelador si se suelta y empieza a deslizar hacia abajo?

[Solución: (a) $F = 2118,75 \text{ N}$; (b) $a = 1,98 \text{ m/s}^2$]