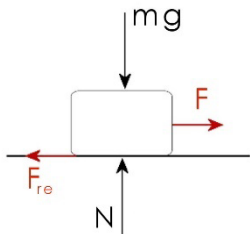
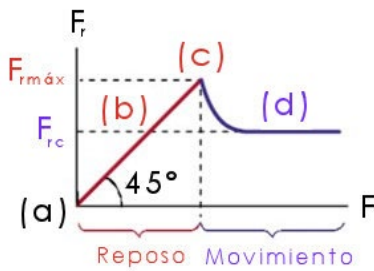


no haya movimiento relativo puede haber rozamiento entre las superficies; basta con que haya una tendencia al movimiento por la acción de otras fuerzas que actúen sobre los cuerpos en contacto. En este último caso hablaremos de rozamiento estático en contraposición al rozamiento cinético, que se presenta cuando hay movimiento relativo.



Realicemos un sencillo experimento para ver la diferencia entre el rozamiento estático y el cinético. Supongamos un bloque en reposo sobre una superficie horizontal, como se muestra en la figura y apliquémosle una fuerza horizontal cuya magnitud F podamos variar. Encontraremos que cuando la magnitud de la fuerza F es suficientemente pequeña el bloque permanece en reposo sobre el tablero; la fuerza F está contrarrestada por una fuerza de rozamiento (estático) en la misma dirección, pero en sentido opuesto al de la fuerza aplicada, ejercida por el tablero y que obra en la superficie de contacto. Conforme vamos aumentando la magnitud de la fuerza aplicada F nos iremos acercando a un valor límite para el cual el movimiento es inminente. Hasta alcanzarse ese valor límite, la fuerza de rozamiento estática irá creciendo de modo que en todo momento contrarreste exactamente a la fuerza aplicada F . En esta situación límite diremos que el tablero ejerce una fuerza de rozamiento estático máxima sobre el bloque. Cuando aumentemos, aunque sólo sea ligeramente, la intensidad de la fuerza aplicada por encima de ese valor límite, observaremos que el bloque se pone en movimiento, y

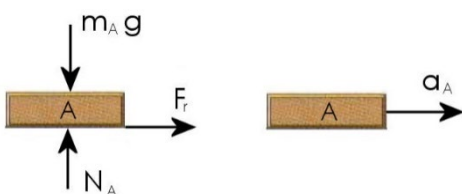
que dicho movimiento es acelerado. Se demuestra así que una vez iniciado el movimiento la fuerza de rozamiento ha disminuido, es decir, la fuerza de rozamiento cinético es menor que la de rozamiento estático máxima. Si después de iniciado el movimiento reducimos la intensidad de la fuerza F aplicada a un valor conveniente, encontraremos que es posible conservar el bloque en movimiento uniforme; esta fuerza puede ser pequeña, pero no nula. Así, si representamos en una gráfica la fuerza de rozamiento frente a la fuerza F aplicada, durante el intervalo estático tendremos que la fuerza de rozamiento y la fuerza F se contrarrestan y son iguales (recta de pendiente positiva y ángulo 45°), hasta llegar al valor máximo. A partir de ahí, la fuerza de rozamiento disminuye instantáneamente al valor cinético, que permanece constante y es inferior al estático.



El valor máximo de la fuerza de rozamiento estático es aproximadamente independiente del área (macroscópica) de contacto, dentro de unos límites muy amplios, y es proporcional a la fuerza normal de presión entre las superficies de contacto. La proporcionalidad entre el valor máximo de la fuerza de rozamiento estático y la fuerza normal se establece a través del llamado coeficiente de rozamiento estático, que designaremos por μ_e , de modo que $F_r \leq \mu_e N$, siendo válido el signo $=$ sólo cuando la fuerza de rozamiento tiene su valor máximo, es decir, cuando el movimiento es inminente.

La fuerza de rozamiento cinético entre superficies secas obedece a las mismas dos leyes anteriores del rozamiento estático y además es independiente de la velocidad relativa de las superficies, al menos si ésta es moderada y es, de ordinario, menor que la fuerza de rozamiento estática entre las mismas superficies. La relación de la fuerza de rozamiento cinético a la magnitud de la fuerza normal es el llamado coeficiente de rozamiento cinético, que designaremos por μ_c , de modo que $F_r = \mu_c N$.

Tanto μ_e como μ_c son constantes adimensionales, puesto que ambas son el cociente de las magnitudes de dos fuerzas. Los valores de los coeficientes de rozamiento, estático y cinético, depende principalmente de la naturaleza de las superficies y de su grado de pulimento. Ambos coeficientes pueden tener valores superiores a la unidad, si bien en los problemas más corrientes no será ese el caso, y de ordinario es $\mu_e > \mu_c$.

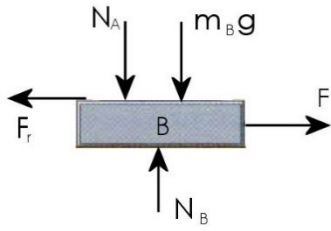


b) Las masas de los bloques A y B serán:

$$m_A = \frac{P_A}{g} = \frac{225}{9,8} = 22,959 \text{ kg}; \quad m_B = \frac{P_B}{g} = \frac{375}{9,8} = 38,265 \text{ kg}$$

Obviamente, puesto que no hay rozamiento con la superficie inferior, en cuanto se aplique una fuerza F el sistema comenzará a moverse. A medida que aumenta la fuerza, habrá un intervalo en que ambos bloques se moverán juntos ($a_A = a_B = a$) y la fuerza de rozamiento será la estática ($F_r < \mu N_A$), y llegará un momento en que la fuerza F será tan grande que la fuerza de rozamiento ya no puede crecer más y los dos bloques se moverán por separado. En el

último instante en que ambos bloques se muevan juntos las dos condiciones coinciden, es decir, la fuerza de rozamiento adquiere su valor máximo (μN) y las dos aceleraciones son iguales. En ese momento tenemos lo que aparece en la figura. Aplicando la segunda ley de Newton al bloque A:



$$\begin{aligned} \Sigma F_y = m_A a_{Ay} &\Rightarrow N_A - m_A g = 0 \Rightarrow N_A = m_A g = 225 \text{ N} \Rightarrow \\ F_r = \mu N_A &= 0,25 \cdot 225 = 56,25 \text{ N} \\ \Sigma F_x = m_A a_{Ax} &\Rightarrow F_r = m_A a_A \Rightarrow 56,25 = 22,95 a_A \Rightarrow a_A = a_B = 2,45 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Hacemos lo mismo para el bloque B:

$$\Sigma F_x = m_B a_{Bx} \Rightarrow F - F_r = m_B a_B \Rightarrow F - 56,25 = 38,265 \cdot 2,45$$

$$\underline{F = 150 \text{ N}}$$