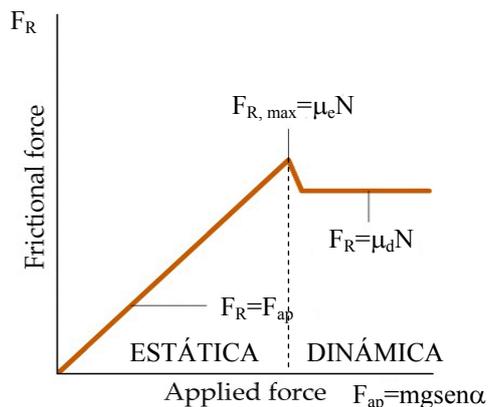
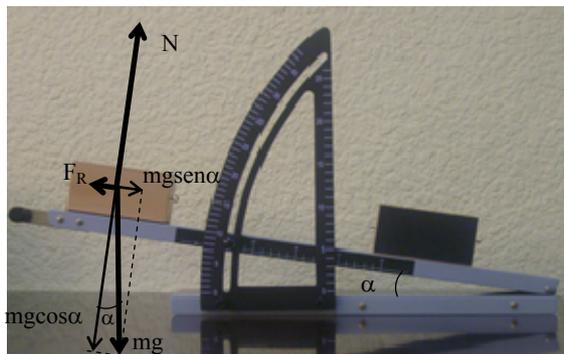


**DEMO 20 Plano inclinado**



<b>Autor/a de la ficha</b>	César Coll Company y Enric Valor i Micó
<b>Palabras clave</b>	Fuerza de rozamiento, coeficiente de rozamiento, fuerza normal
<b>Objetivo</b>	Demostrar que el coeficiente de rozamiento sólo depende de la naturaleza de las superficies en contacto. Poner de manifiesto la diferencia entre rozamiento estático y dinámico
<b>Material</b>	- Plano inclinado metálico de ángulo variable - Dos bloques de madera con una cara forrada de otro material - Dinamómetro (5 N)
<b>Tiempo de Montaje</b>	1 minuto
<b>Descripción</b>	<p>La fuerza rozamiento entre dos cuerpos en contacto se opone siempre al movimiento relativo entre ellos. Su módulo (<math>F_R</math>) depende de las características físicas de los cuerpos, de la fuerza normal ejercida entre ellos, y de si los cuerpos están en reposo (fuerza de rozamiento estática) o en movimiento relativo (fuerza de rozamiento dinámica o cinética). En el caso estático,</p> $F_R \leq \mu_c N$ <p>siendo <math>\mu_c</math> el coeficiente de rozamiento estático, que depende de la naturaleza de las superficies en contacto. La fuerza de rozamiento estática es igual a la fuerza aplicada tendente a poner en movimiento al cuerpo (ver gráfica), hasta que se alcanza el valor máximo (<math>\mu_c N</math>) y el cuerpo empieza a moverse. A partir de este momento (caso dinámico), la fuerza de rozamiento es constante y viene dada por</p> $F_R = \mu_d N$ <p>siendo <math>\mu_d</math> el coeficiente de rozamiento dinámico. Siempre se cumple que <math>\mu_c &gt; \mu_d</math>.</p> <p>Para la situación mostrada en la fotografía, en la dirección normal al plano se tiene que <math>N = mg \cos \alpha</math>; y en la dirección tangencial, <math>mg \sin \alpha - F_R = ma</math>. Para ángulos de inclinación pequeños, el bloque permanece en reposo (<math>a=0</math>), con lo que <math>F_R = mg \sin \alpha</math>. Al aumentar el ángulo, se alcanza un valor máximo (<math>\alpha_M</math>) en el que el cuerpo está justo a punto de moverse. Es este caso límite, <math>F_R = \mu_c mg \cos \alpha_M</math>, lo que combinado con la expresión anterior resulta en</p> $\mu_c = \tan \alpha_M$ <p>Una vez empezado el movimiento, éste es acelerado ya que la fuerza de rozamiento dinámica es menor (<math>\mu_d &lt; \mu_c</math>).</p> <p>Colocando sobre el plano un bloque con la superficie de contacto de madera, se puede ir aumentando poco a poco el ángulo de inclinación hasta que el cuerpo empieza a moverse, anotándose <math>\alpha_M</math>. Repitiendo con el mismo bloque pero con la superficie de contacto del otro material, se encuentra un <math>\alpha_M</math> mayor. Se puede comprobar que estos ángulos no dependen de la masa del cuerpo (repitiendo el experimento con el otro bloque), ni del área de la</p>



	superficie de contacto (con distintas caras de madera).
<p><b>Comentarios y sugerencias</b></p>	<p>Es bastante difícil encontrar el ángulo “en el que el cuerpo está justo a punto de moverse”. En unas pocas pruebas con el aparato, hemos encontrado valores entre 11° y 15° (<math>\mu_e \approx 0,2</math>) para la superficie de madera, y entre 25° y 30° (<math>\mu_e \approx 0,5</math>) para el otro material. Conviene practicar un poco.</p> <p>Con el plano en posición horizontal, utilizando un dinamómetro se puede medir la fuerza necesaria para empezar a mover el bloque. El cociente entre esta fuerza (difícil de precisar) y el peso del bloque es <math>\mu_e</math>. Se recomienda usar el bloque mayor (<math>mg=3,0\text{ N}</math>).??</p> <p>Además del material aquí descrito, hay disponible un rodillo metálico unido por un hilo a un plato porta pesas, a través de una polea ajustable. El rodillo puede girar alrededor de su eje sobre el plano. Quizá se pudiera ilustrar el papel de la fuerza de rozamiento en la rodadura (se aceptan sugerencias).</p>