

Salto con Garrocha

En el salto con garrocha, el atleta debe superar una barra horizontal a una altura H y para ayudarse en el salto cuenta con la *garrocha* o pértiga, que es una barra de fibra de vidrio con un comportamiento elástico.

En la técnica del salto, el atleta (que consideraremos con una masa $m = 70$ kg) toma la garrocha unos centímetros antes del final de la misma, efectúa una carrera hacia la barra, clava la punta de la pértiga en un cajetín metálico situado en el suelo y salta hacia adelante y arriba doblando la pértiga.

A continuación trataremos este tema con distintas aproximaciones.

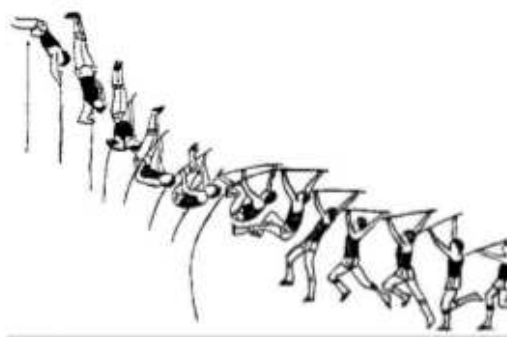


Figura 1: Salto del atleta

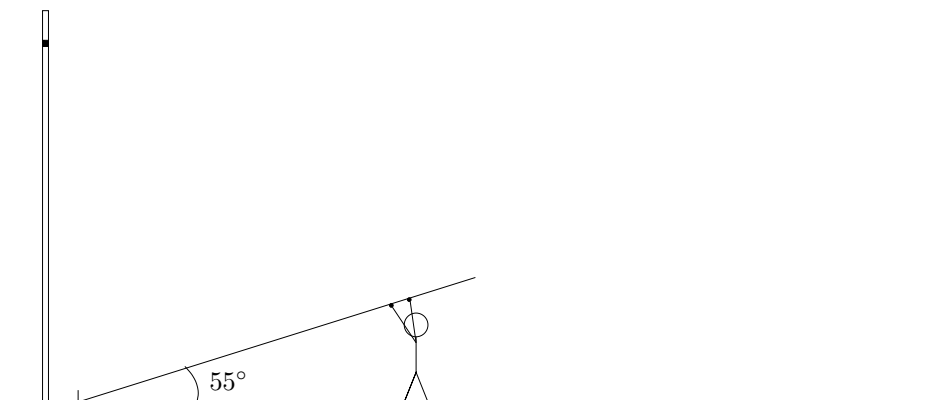


Figura 2: Esquema del salto con garrocha

- a. El objetivo de la pértiga es redirigir la velocidad horizontal que adquirió al correr, hacia una velocidad vertical. Si pudiese redirigir efectivamente – sin pérdidas de energía – toda la velocidad horizontal en vertical, puede aprovechar toda la energía cinética de la carrera para elevarse. Suponiendo que un atleta alcanza una velocidad aproximada de 10 m/s en el momento del salto y que su centro de masa cuando está de pie está a 1 m, respecto del piso, ¿cuál es la altura máxima que alcanzaría en el salto? Considerando que puede conseguir aproximadamente un 20% de energía extra durante el salto en sí, cuál es la nueva altura máxima.



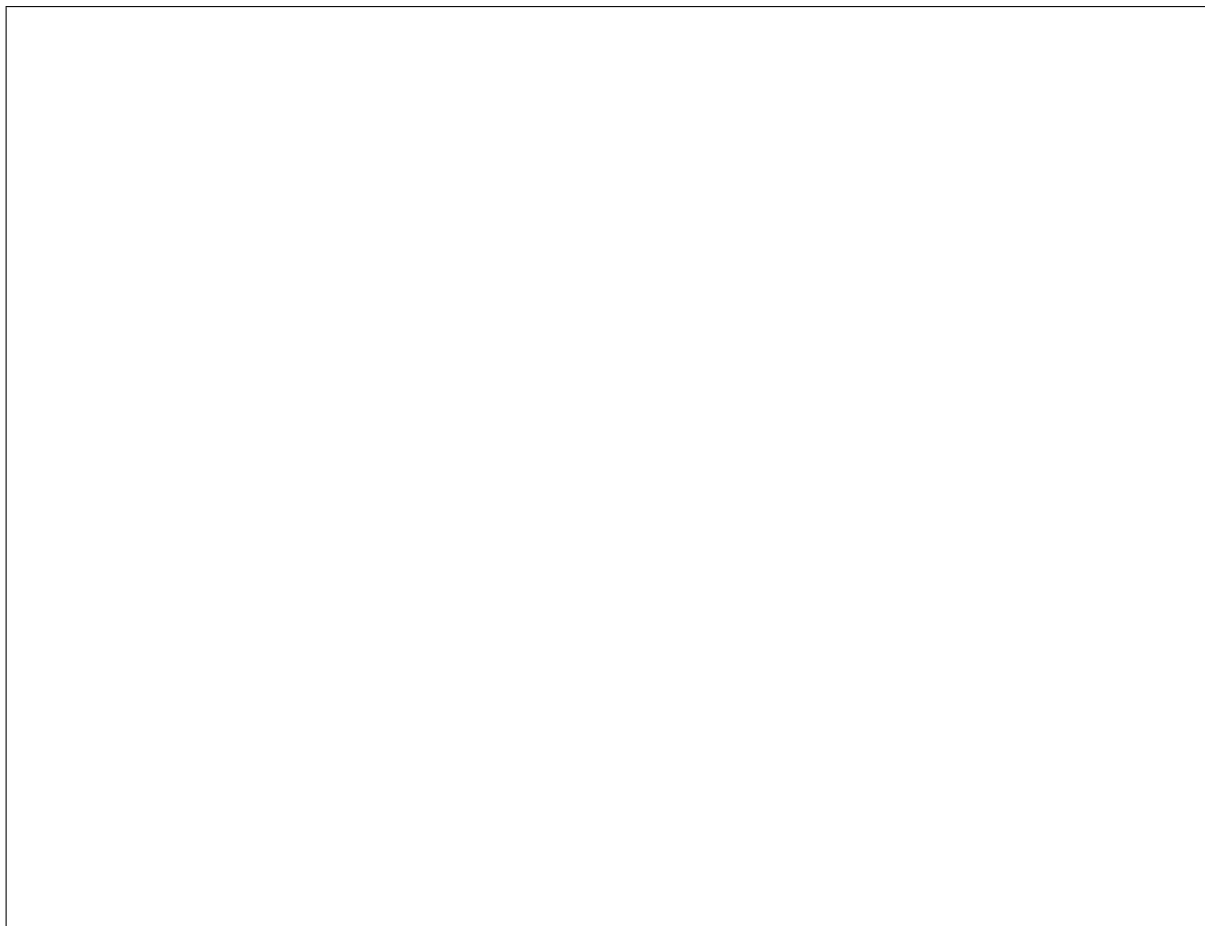
- b. **Ver video** Además de la fuerza gravitatoria que se ejerce sobre el atleta, ejerce cierta fuerza la pértiga. Considere a esta fuerza como la necesaria para redirigir toda la velocidad horizontal en vertical durante el tiempo del salto. Notando que en el video se puede estimar la duración del salto en sí, ¿cuánto vale, aproximadamente, esta fuerza en promedio? Especifique cómo estimó el tiempo de salto y qué puntos tomó para ello.



- c. El récord mundial de salto con garrocha es de 6,14 m, menor a la altura máxima de las calculadas en el punto **a.**. Tratemos ahora de ver cómo se pierde y gana energía durante el salto. Para ello, consideremos la pértiga como un elemento perfectamente rígido. Al clavar la pértiga en el cajetín, de este modo, toda la velocidad que esté en la dirección de la pértiga se anula, mientras que la velocidad en la dirección perpendicular a ésta se puede redirigir sin inconvenientes hacia una velocidad vertical. Suponiendo que el atleta clava de acuerdo a los datos en la figura 2, calcule la nueva altura máxima y qué porcentaje de la energía se pierde en el choque.



- d. En realidad, la pértiga es un elemento elástico, de modo que no se pierde tanta energía como la calculada en el punto anterior. Para dirigirnos a esta nueva situación, trataremos a la pértiga como un resorte de constante k . En este caso, en una situación ideal, no se pierde energía al clavar la pértiga en el cajetín ya que la energía cinética que pierde el atleta en el choque se almacena en la pértiga. La trayectoria del centro de masa es la que se muestra en la figura 3. En el punto A ($h = 1$ m) podemos considerar que el resorte está comprimido verticalmente. Considerando que la altura máxima a la que llega el atleta es de 5,04 m, ¿qué porcentaje de la energía inicial está almacenada en la pértiga? Calcule la constante elástica del resorte y la fuerza máxima que éste ejerce sobre el atleta.



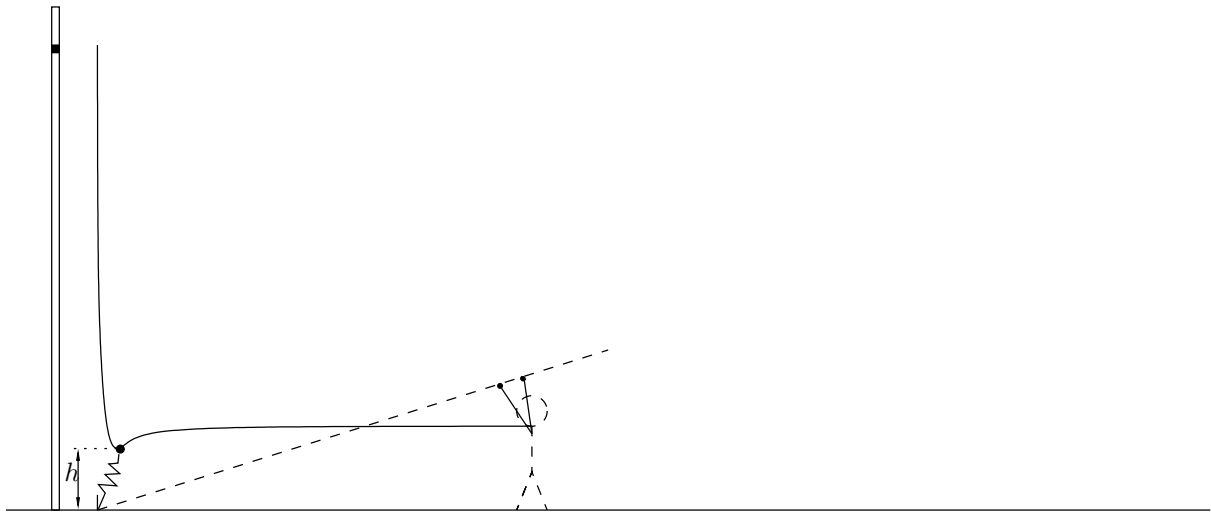


Figura 3: Trayectoria aproximada del atleta