

Dinámica

Dinámica: el estudio de los movimientos según las causas que los producen, por lo que el aspecto esencial es el estudio de las fuerzas.

Concepto de fuerza:

- Fuerza se define de manera clásica como la causa del cambio **del estado** de movimiento o de la deformación de los cuerpos.
- La definición de fuerza es única asociada a cambio de estado de movimiento: la deformación, si se piensa en la materia como conjunto de partículas, se puede ver como un caso concreto de movimiento y cambio de posición de las partículas que lo forman.
- Histórica, intuitiva y erróneamente se asocia fuerza a causa de movimiento; sin fuerzas hay reposo. Lleva a la 1ª ley de Newton y a la inercia, que lleva implícita definición de fuerza.



Dinámica (II)

La fuerza es una **magnitud vectorial**: con módulo, dirección y sentido.

En física real es importante el ***punto de aplicación*** del vector fuerza sobre el cuerpo, pero en ESO y Bachillerato solo se considera dinámica de partículas: toda la masa en un único punto sin que el cuerpo tenga dimensiones.

Tratar sistemas de partículas y cuerpos rígidos queda fuera de este nivel, y tan solo se contemplan simplificadas algunas situaciones donde importa el punto de aplicación como las palancas.



Efectos de las fuerzas

Deformaciones:

- Elásticas: tras dejar de aplicar fuerza vuelve a forma original
- Plásticas: tras dejar de aplicar fuerza mantiene deformación
- Rotura: la fuerza rompe la continuidad y la forma del objeto

Estas definiciones llevan a concepto de objeto rígido: no deformable.

Cambio estado movimiento

- Pasar de reposo a movimiento
- Pasar de movimiento a reposo (“detener”)
- Cambio de velocidad (“acelerar/frenar”)
- Cambio de dirección (trayectoria no recta)



Equilibrio

Un cuerpo está en equilibrio desde el punto de vista físico cuando sobre él no actúa ninguna fuerza o aplicando fuerzas, la fuerza resultante es nula.

Equilibrio implica que no varía su estado de movimiento, pero no implica necesariamente reposo; es decir que un cuerpo está en equilibrio físico si no actúa ninguna fuerza y se mueve a velocidad constante.

La definición de equilibrio anterior asume modelo de partícula (que es lo que se hace en ESO), por lo que no se considera que no gire; en modo real son dos condiciones: fuerza total nula (no se mueve o lo hace a velocidad lineal constante) y momento nulo (no gira o gira a velocidad angular constante).



Medida de fuerzas

La unidad de fuerza en el SI es N (newton).

N equivale a $kg \cdot m/s^2$

Para medir una fuerza se mide su efecto, y lo habitual es medir la deformación de un objeto elástico en equilibrio.

Dinamómetro: instrumento de medida de las fuerzas que mide la deformación de un muelle.



https://www.3bscientific.es/dinamometros-para-la-ley-hooke-1003109-u20037,p_564_1395.html



enrique@fiquipedia.es

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021

Ley de Hooke (I)

Ley de Hooke: en un objeto elástico, la fuerza elástica y la variación longitud son proporcionales

$$F = -K \cdot \Delta x$$

- F: fuerza elástica (unidades SI: N).
- K: constante elástica, propiedad de cada muelle (unidades SI: N/m). K mayor implica es “más duro” (más fuerza para deformarlo)
- Δx : variación de longitud (unidades SI: m)

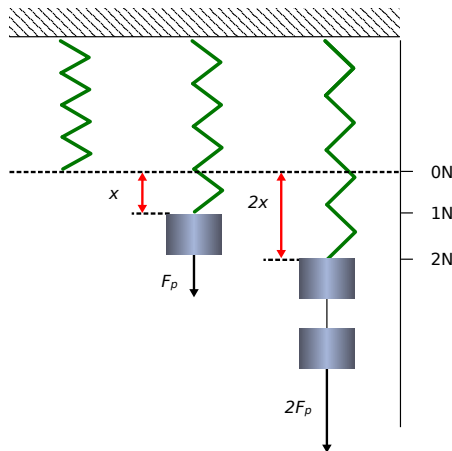
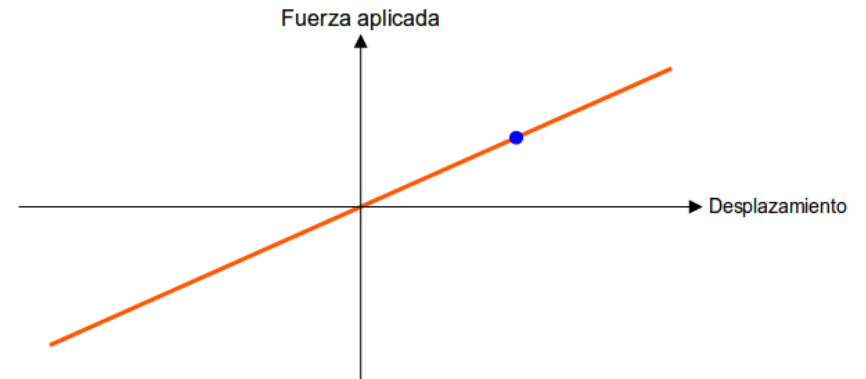
Signo menos asociado a que fuerza elástica es “recuperadora”: si Δx es positivo (se alarga), la fuerza elástica es negativa, y a la inversa. Fuerza aplicada sentido opuesto. Con módulos no hace falta signo.



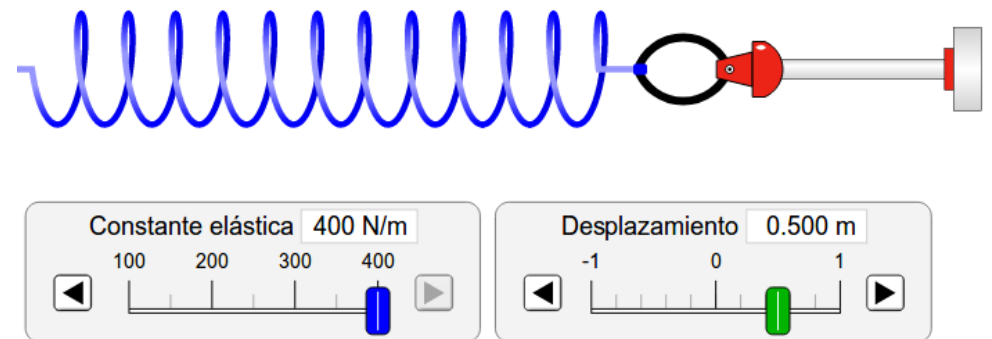
Ley de Hooke (II)

Ley de Hooke supone relación lineal entre F y Δx : línea recta.

- F es lineal con Δx , no con x
- Es lineal mientras es elástico
- A veces F es peso (un tipo F)
- A veces $\Delta x < 0$ (se comprime)



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dinam%C3%B3metro_de_resorte.svg



https://phet.colorado.edu/sims/html/hoodes-law/latest/hoodes-law_es.html



enrique@fiquipedia.es

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021

Leyes de Newton

Son 3 leyes enunciadas por Isaac Newton con las que se pueden explicar la mecánica clásica.

Se conocen como los 3 principios de la dinámica, y fueron formulados en 1687 en "*Philosophiæ naturalis principia mathematica*"

- *1ª Ley de Newton ó "Ley de inercia"*
- *2ª Ley de Newton ó "Ley fundamental de la dinámica"*
- *3ª Ley de Newton ó "Principio de acción y reacción"*

En problemas se usan las tres, básicamente la ecuación asociada a la 2ª Ley. La 1ª y la 3ª se usan indirectamente al plantear fuerzas.



1ª Ley de Newton. Inercia

“Todo cuerpo preserva su estado de reposo o movimiento [MRU respecto sistema referencia inercial] indefinidamente a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él.”

- Define fuerza: causa de modificación estado movimiento
- Define inercia: tendencia cuerpo a mantener movimiento
- Surge fuerza rozamiento: opuesta al movimiento
- Surge sistema de referencia inercial: importancia de fijar el sistema de referencia
 - Sistema referencia inercial: cualitativamente reposo ó MRU
- Si la trayectoria no es rectilínea debe haber una fuerza (el movimiento varía)



2ª Ley de Newton (I)

“El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime.”

Traducida a lenguaje matemático: $\frac{\vec{F}}{\vec{a}} = m$

La constante de proporcionalidad es la masa

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- Unidades SI: m en kg, a en m/s², F en N = kg·m/s²
- Define al tiempo fuerza y masa; un N es la fuerza necesaria para acelerar 1 m/s² una masa de 1 kg



2ª Ley de Newton (II)

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- La igualdad es de vectores: fuerza y aceleración tienen misma dirección y sentido al ser las masas positivas.
 - A veces es habitual usar $F=m \cdot a$, usando F y a como escalares, con signo asociado al sentido.
- La fuerza es la resultante: la fuerza suma de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
- *Existe un enunciado más correcto usando el concepto de momento lineal, que se introduce en Bachillerato.*



2ª Ley de Newton (III)

La 1ª ley **NO** es un caso particular de la 2ª para $a=0$.

- En la 1ª ley se define sistema de referencia inercial y la idea de relatividad del movimiento.
- La normativa educativa LOMCE lo dice mal, no sabe de física *“8.2. Deduce la primera ley de Newton como consecuencia del enunciado de la segunda ley.”*

La 2ª ley necesita un parche en ciertos sistemas de referencia, que se llaman no inerciales. En esos casos es necesaria una fuerza ficticia (no tiene pareja en la 3ª ley) que se llama **fuerza de inercia**, y su valor es tal que hace que se cumpla la 2ª ley. Ejemplos son la fuerza centrífuga en un coche, o la fuerza de coriolis.



3ª Ley de Newton. Acción y reacción

“Con toda acción ocurre una reacción igual y contraria, o sea, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en direcciones opuestas”

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

- Es esencial tener presente que fuerzas de acción y reacción están aplicadas en 2 objetos diferentes. Para estudiar movimiento un objeto solo usamos las aplicadas sobre él.
- En casos habituales aunque las fuerzas son iguales en módulo sólo uno de los dos cuerpos es “móvil” y la fuerza de reacción no es una fuerza con efecto visible.

Ejemplos: peso, normal (no confundir con la reacción al peso), impulsarse con pared o suelo,...



Dinámica aplicada

Tipos movimiento según fuerza

Los distintos tipos de movimiento tratados en cinemática se pueden asociar a las fuerzas que los producen:

- Rectilíneo: $a_n=0$, $F_n=0$:
 - MRU: $F=0$ (también asociado a equilibrio, reposo)
 - MRUA: $F \neq 0$ en dirección del movimiento. Acelerar o frenar.
 - MAS: ley de Hooke. $F=-kx=ma \rightarrow$ (Más detalles en Bachillerato)
- Circular: $R=cte$
 - MCU $|F_n|=cte=m \cdot v^2/R$, $F_t=0$

La dinámica del MCU se puede utilizar para describir órbitas circulares de planetas y satélites.



Tipos de fuerzas (I)

La fuerza supone interacción entre partículas, y esa interacción no siempre supone contacto, puede ser a distancia.

En la naturaleza hay 4 tipos de interacciones fundamentales conocidas:

- **Gravitatoria:** responsable del peso de los cuerpos.
- **Electromagnetismo:** unifica electricidad y magnetismo
- **Interacción fuerte:** mantiene unidos los quarks dentro de neutrones y protones.
- **Interacción débil:** asociada a desintegración radiactiva.

Aquí trataremos solamente algunas de manera práctica y simple.

El peso está asociado a gravitatoria, y otras están asociadas a electromagnética, pero que manejaremos de modo práctico con otros nombres, como fuerzas elásticas, de rozamiento o fuerzas asociadas a la presión. De entre los muchos tipos de fuerzas que se pueden manejar (empuje, centrales, conservativas, ficticias o de inercia...), tan solo trataremos algunos tipos de fuerzas que apliquen a este nivel.



Tipos de fuerzas (II)

Fuerzas por contacto:

- Elásticas: muelles y ley de Hooke (ya tratada)
- Normal: asociada a contacto entre superficies.
- Rozamiento: asociada a deslizamiento entre superficies en contacto.
- Tensión: cuerdas y cables (*se cita en ESO, se amplía en Bachillerato*)
- Presión / fuerzas en fluidos (se trata por separado)

Fuerzas a distancia: (se tratan por separado, salvo introducir peso)

- Gravitatoria: asociada a que haya masa y al peso
- Eléctrica: asociada a que haya “carga eléctrica” +,-: signos opuestos se atraen, mismo signo se repelen
- Magnética: asociada a haya “polos” N,S: polos opuestos se atraen, mismos polos se repelen. *No se trata de nuevo en 4º ESO, visto 3º ESO*



Peso (P)

Se ve con más detalle al tratar la gravedad, pero lo tratamos aquí de manera simplificada.

$$P=m \cdot g$$

P = peso, m = masa y g = aceleración de la gravedad.

Unidades SI: P (N), m (kg), g (m/s²)

Aunque en lenguaje habitual se hable de “peso en kg”, es esencial tener claro que **en física el peso es una fuerza y se mide en N**. El peso varía con la gravedad, pero la masa no varía.

Para la Tierra $g=9,8 \text{ m/s}^2$



Fuerza normal (N)

Fuerza perpendicular a la superficie de contacto que esa superficie ejerce sobre un cuerpo que realiza una fuerza sobre esa superficie. El caso más habitual es que un cuerpo esté en contacto y apoyado sobre una superficie debido a su peso; la normal en este caso será la fuerza de reacción de la superficie sobre la fuerza que ejerce el cuerpo sobre la superficie.

Implica fuerza de contacto; si ejercemos una fuerza vertical sobre un cuerpo que anule su peso, no habrá fuerza de contacto ni normal.

Siempre es perpendicular a la superficie de contacto: en el suelo horizontal será vertical, en una rampa será perpendicular a la superficie de la rampa, en una superficie curva será normal a la recta tangente a la superficie en el punto de contacto (se puede visualizar en la superficie curva sobre la que está apoyado el vagón de una montaña rusa)

Un ejemplo de fuerza normal no asociada al peso sería la fuerza que ejerce la pared sobre un libro que tenemos sujeto apretando la mano sobre él en dirección a la pared.



Fuerza de rozamiento (F_R)

Fuerza que se opone al movimiento o al posible inicio del movimiento asociada a contacto entre cuerpos. Depende de la naturaleza de los cuerpos en contacto e irregularidades superficie de contacto, y de la intensidad de este contacto. Idealmente no depende del tamaño de superficie de contacto ni de la velocidad, sólo de los materiales. Por eso se usan lubricantes.

$$F_R = \mu N$$

Coeficiente rozamiento μ (“mu”) no tiene unidades.

Indicar $\mu=0$ representa la situación ideal en la que no hay rozamiento, $F_R=0$.

No siempre $F_R = \mu N$; ese es el valor máximo. Si tenemos un objeto sobre una rampa habiendo rozamiento, cuando esta esté horizontal y el objeto no se mueva, tendremos $F_R=0$ aunque $\mu \neq 0$. A medida que vayamos inclinando la rampa, empezará a haber fuerza de rozamiento, pero con un valor no fijo, ya que irá aumentando hasta llegar a $F_R = \mu N$, momento en el que no crece más.



Tensión (T)

La tensión es una fuerza asociada a uniones mediante cuerdas/cables ideales de cuerpos.

En este nivel se consideran siempre cuerdas ideales: sin masa, inextensibles. En una cuerda tensa, las tensiones en ambos extremos siempre son iguales en módulo; las direcciones y sentidos pueden variar, siendo habitual utilizar poleas como elementos (de nuevo ideales, sin masa y sin rozamiento), que simplemente cambian de dirección (habitual con poleas) las fuerzas de tensión.

En ESO se introduce concepto tensión, solo para cuerpos estáticos, por lo que su valor en módulo es el mismo en ambos extremos.



Fuerza centrípeta

En la lista anterior no está la fuerza centrípeta.

Es una fuerza que suele llevar a confusión.

- No es un tipo más de fuerza (como peso, normal, rozamiento, tensión, elástica), sino que el nombre hace referencia a **la función que está realizando la fuerza**, que es curvar la trayectoria del cuerpo, para lo cual está dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria.
- Tiene asociada la fuerza centrífuga que es la que la intuición intenta utilizar, pero la fuerza centrífuga es una fuerza ficticia asociada a sistemas de referencia no inerciales (donde no se cumple la 1ª ley de Newton).



Diagramas de fuerzas y problemas

Pasos a seguir:

1º Diagrama / dibujo

2º Dibujar todas fuerzas (el diagrama/ dibujo previo ayuda)

3º Elegir sistema de referencia (eje x e y, x en sentido movimiento)

4º Descomponer las fuerzas en componentes en ejes si hace falta

5º Aplicar 2ª ley Newton a cada eje

6º Posible problema cinemática con la aceleración de cada eje

7º Interpretar y validar resultados

Ejemplos: bloque horizontal apoyado, bloque vertical, plano inclinado



Plano horizontal (I)

Introducción Fricción Gráficas Transportes El Robot

Diagrama de cuerpo libre
 Mostrar Ocultar

Fricción
 Hielo (sin fricción) Madera

Vectores
 Fuerzas
 Fuerza Neta F_{neta}

Muros
 Ladrillos Muelles

Posición
Posición del objeto metros

200
-10,0 10,0

On Off
Reiniciar todo

Fuerza aplicada N

Cajón pequeño
100 kg $\mu_c=0.3$ $\mu_e=0.5$

Borrar GRAB Playback

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/forces-and-motion>

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021



enrique@fiquipedia.es

Plano inclinado (I)

Introducción Fricción Gráficas de fuerzas Transportes El Robot

Diagrama de cuerpo libre
 Mostrar Ocultar

Fricción
 Hielo (sin fricción)
 Madera

Vectores
 Fuerzas
 Fuerza Neta F_{neta}

Muros
 Ladrillos Muelles

Más controles
Posición del objeto 5,0 metros
748
-10,0 10,0
Ángulo de rampa 30,0 grados
374
0,0 80,0

Reiniciar todo

GRAB
Borrar Playback

Cajón pequeño
100 kg $\mu_c = 0.3$ $\mu_e = 0.5$

Ángulo = 30,0°
h = 5,0 m

Fuerza aplicada

F_N
 F_g
 F_f

10
8
6
4
2
0 metros
-2 -4 -6 -8 -10

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/ramp-forces-and-motion>

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021



enrique@fiquipedia.es

Plano inclinado (II)

0,00 segundos
0,00 m/s

Normal
Fricción
Peso

h=2,6 m

10,0°

Trabajo Energía

Fuerza Aplicada (N)
0,00

¡Adelante!
Borrar

Fuerza Paralela (Newtons)

$F_{\text{aplicadas}} = 0,00 \text{ N}$
 $F_{\text{fricción}} = 170,18 \text{ N}$
 $F_{\text{gravedad}} = -170,18 \text{ N}$
 $F_{\text{muro}} = 0,00 \text{ N}$

Energía Grafico
Trabajo Grafico

Reiniciar
Enfriar Rampa

Elije objeto

- Archivador
100 kg, $\mu = 0,3$
- Refrigerador
175 kg, $\mu = 0,5$
- Piano
225 kg, $\mu = 0,4$
- Cajón
300 kg, $\mu = 0,7$
- Perro Dormido
15 kg, $\mu = 0,1$

Sin fricción

Posición
76190476

-6,0 0,0 15,0

10,0 m

Ángulo de Rampa
11111111

0,0 30,0 60,0 90,0

10,0 grados

¡Adelante!
Borrar

Sonido

Reproducir Ralentizar Pausa Rebobinar Borrar

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/the-ramp>

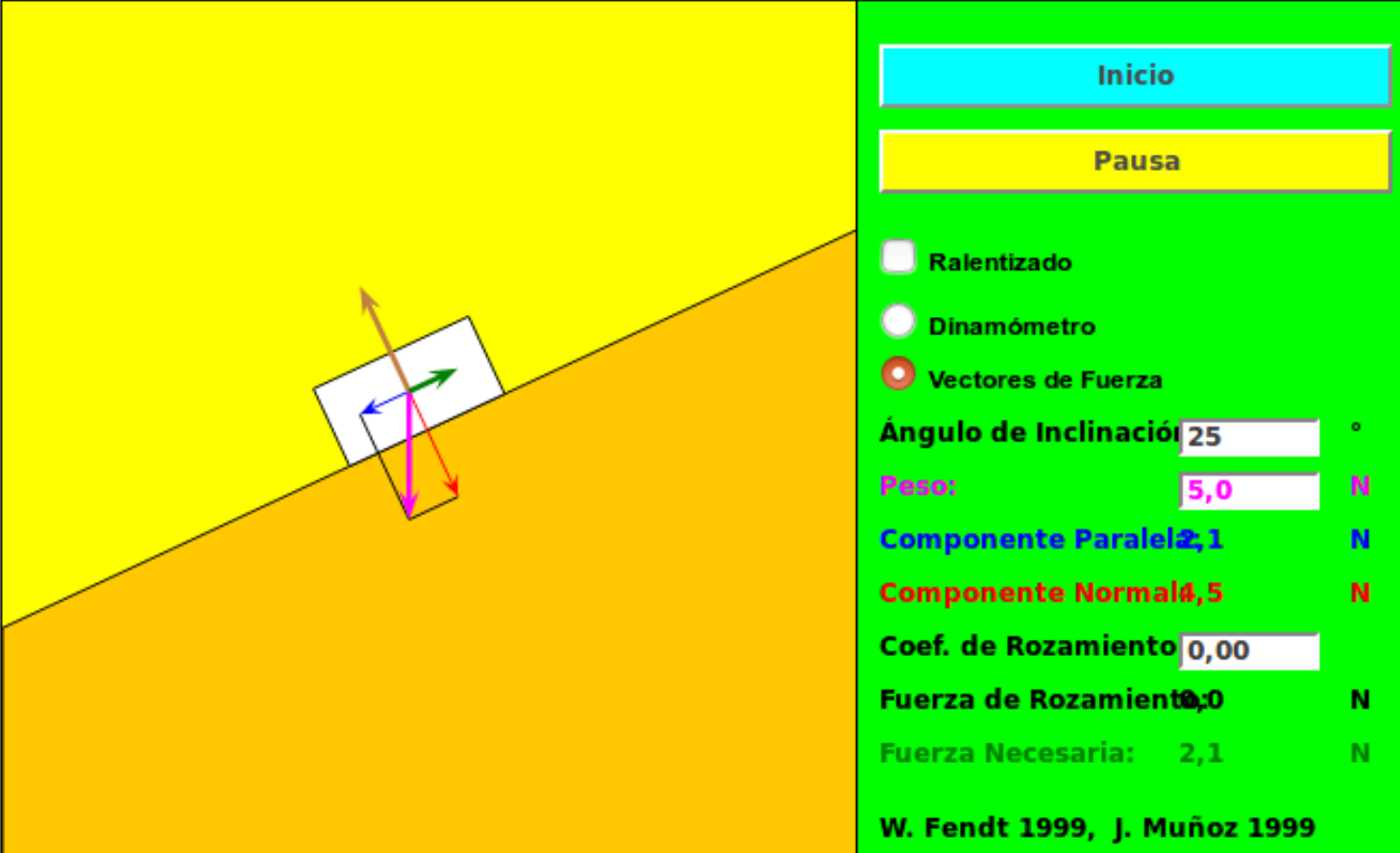


enrique@fiquipedia.es

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021

Plano inclinado (III)



The diagram shows a block on an inclined plane. The plane is yellow, and the background is orange. A white block is on the incline. Four force vectors are shown: a blue arrow pointing up the incline, a green arrow pointing down the incline, a red arrow pointing vertically downwards, and a purple arrow pointing perpendicular to the incline. To the right is a control panel with a green background. It contains buttons for 'Inicio' (cyan) and 'Pausa' (yellow). Below these are checkboxes for 'Ralentizado', 'Dinamómetro', and 'Vectores de Fuerza'. The 'Vectores de Fuerza' checkbox is checked. Below the checkboxes are input fields for 'Ángulo de Inclinación' (25°), 'Peso' (5,0 N), 'Componente Paralelo' (2,1 N), 'Componente Normal' (4,5 N), 'Coef. de Rozamiento' (0,00), 'Fuerza de Rozamiento' (0,0 N), and 'Fuerza Necesaria' (2,1 N). At the bottom of the panel, it says 'W. Fendt 1999, J. Muñoz 1999'.

Inicio

Pausa

Ralentizado

Dinamómetro

Vectores de Fuerza

Ángulo de Inclinación: 25 °

Peso: 5,0 N

Componente Paralelo: 2,1 N

Componente Normal: 4,5 N

Coef. de Rozamiento: 0,00

Fuerza de Rozamiento: 0,0 N

Fuerza Necesaria: 2,1 N

W. Fendt 1999, J. Muñoz 1999

http://www.walter-fendt.de/html5/phes/inclinedplane_es.htm



enrique@fiquipedia.es

4º ESO. Dinámica general

Revisado 12 enero 2021