

1.Introducción

La Dinámica es una parte de la Física que estudia los **efectos** que **las fuerzas** ejercen sobre los cuerpos.

Fuerza: toda causa capaz de producir :

- **cambios en la velocidad** de un cuerpo(esto es aparecerá aceleración).

Un cuerpo modifica su velocidad si sobre él se ejerce una acción externa.

Luego si sobre un cuerpo se ejerce una fuerza, éste modifica su velocidad. Las fuerzas producen variaciones en la velocidad de los cuerpos. Las fuerzas son las responsables de las aceleraciones.

- **deformaciones** en el cuerpo .Según esto diferenciamos entre cuerpos elásticos como aquellos que recuperan la forma inicial una vez que cesa la fuerza y plásticos que se deforman de un modo permanente.

La unidad de fuerza usada en el S.I. es el Newton (N)

¿ Cómo actúan las fuerzas?

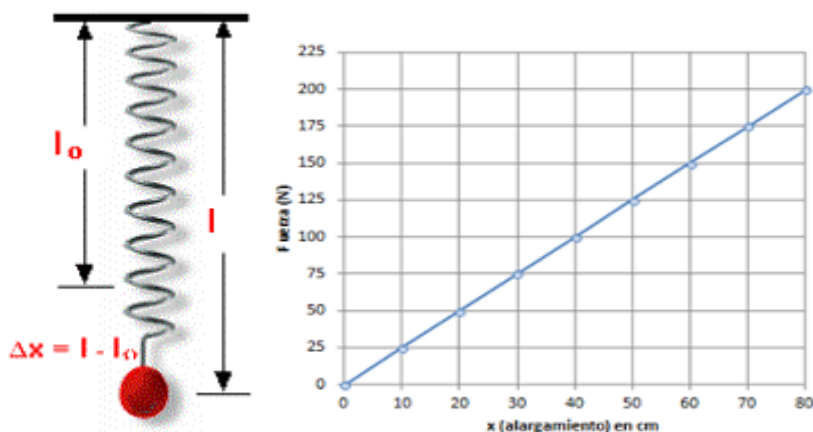
- Por **contacto directo** entre los cuerpos: son las **fuerzas de contacto**(dar unapatada a un balón , por ejemplo)
- Hay fuerzas que actúan **sin contacto** entre los cuerpos, notándose incluso a grandes distancias, como son las fuerzas eléctricas y magnéticas: son las **fuerzas a distancia**.

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, esto quiere decir que además de ser más o menos intensas (valor o **módulo** de la fuerza) son ejercidas según una **dirección**: paralelamente al plano, perpendicularmente a éste, formando un ángulo de 30° ... y en determinado **sentido**: hacia la derecha, hacia la izquierda, hacia arriba, hacia abajo.... Por estas razones las fuerzas para estar correctamente definidas tienen que darnos información sobre su valor (módulo), dirección y sentido. Por eso se representan por flechas (**vectores**). Los efectos de las fuerzas dependen de su módulo, dirección y sentido. Esto hemos de tenerlos muy en cuenta a la hora de aplicar las leyes que rigen la dinámica.

2. Fuerzas y deformaciones. Ley de Hooke.

En los cuerpos elásticos existe una relación entre la fuerza aplicada y la deformación producida.

Si hacemos la experiencia de aplicar diferentes fuerzas a un muelle y calculamos los alargamientos producidos y los representamos gráficamente, obtendríamos los resultados reflejados en la figura siguiente:



De acuerdo con la gráfica, las **deformaciones son proporcionales a las fuerzas aplicadas**.

La expresión matemática de esta relación se conoce como **ley de Hooke**:

$$F = K \Delta L$$

Donde:

F: fuerza deformadora (N)

K: constante elástica del muelle, que coincide con la pendiente recta (N/m)

$\Delta L = L - L_0$, deformación (m)

L_0 : longitud del resorte sin deformar (m)

L: longitud del resorte deformado (m)

La constante de elasticidad del muelle depende de la naturaleza, material del muelle y se determina de manera experimental.

3. Cambios en la velocidad:

Las fuerzas producen cambios en la velocidad: si la resultante de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo no es nula, habrá aceleración:

- Si la **F y velocidad** tiene la **misma dirección**: **cambian el módulo** de la velocidad. Un ejemplo sería en ellos movimientos rectilíneos

- Si la **F y la velocidad son perpendiculares**, **cambian la dirección** de la velocidad. Por ejemplo en un movimiento circular

- Si la **fuerza no es ni tangente ni perpendicular a la velocidad**, tiene otra dirección cualquiera: **cambian la dirección y el módulo de la velocidad**. La presentan los movimientos curvilíneos.

3.1 LEYES DE NEWTON

Fueron propuestas, junto con las definiciones de masa y fuerza, por Isaac Newton (1642-1727) en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Principios matemáticos de la filosofía natural), publicada en 1686.

1ª LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE INERCIA

Se puede enunciar diciendo que :

“Si la fuerza resultante sobre un cuerpo es cero ($\Sigma F = 0$), el cuerpo o bien está en reposo o lleva movimiento rectilíneo y uniforme”.

2ª LEY DE NEWTON O PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA

Se puede enunciar diciendo que :

Si sobre un cuerpo actúa una fuerza resultante , el cuerpo adquiere una aceleración que es proporcional a la fuerza resultante:

$$\Sigma F = m a$$

Esta expresión es la que utilizaremos en la mayoría de los problemas.

De ella se pueden extraer varias conclusiones:

- La dirección y sentido de la aceleración coinciden con las de la fuerza resultante.
- La expresión nos está indicando una relación entre vectores. Es decir, si nos encontramos ante un problema en dos dimensiones, como corresponde a este curso, tendremos dos componentes de la ecuación.

$$\Sigma F_x = m \cdot a_x$$

$$\Sigma F_y = m \cdot a_y$$

- De esta segunda ley puede obtenerse la primera (ley de inercia) como un caso particular:

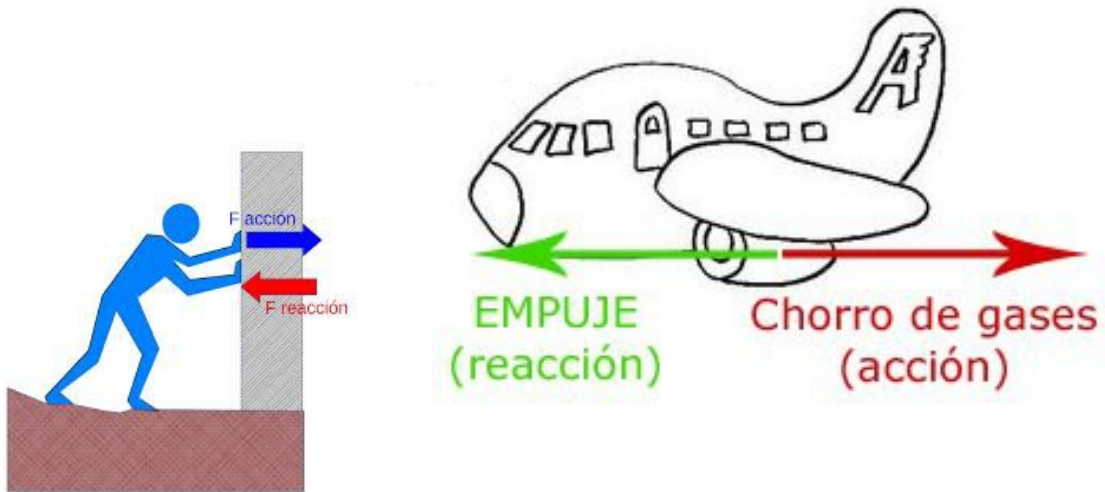
Si hacemos que ΣF sea cero, la aceleración también será cero, con lo que el movimiento no cambiará (seguirá tal como estaba).

- Una misma fuerza no tiene por qué producir siempre el mismo efecto. Dependerá de la masa del cuerpo sobre el que esté aplicado.
- Esta ley nos dice que cuanto mayor sea la masa de un cuerpo más difícil será acelerarlo o frenarlo. En consecuencia, podemos considerar que la **masa** representa una **medida de la inercia** del cuerpo, entendiendo por inercia la resistencia que opone un cuerpo a cambiar su estado de reposo o movimiento.

3ª LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Se puede enunciar diciendo que :

Si un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre un segundo cuerpo, este a su vez, ejerce otra(reacción) igual y de sentido contrario sobre el primero.



- Las fuerzas nunca actúan solas.
- Las fuerzas de acción y reacción NO se anulan , porque se ejercen sobre cuerpos diferentes.

-Como los cuerpos son diferentes , se producen aceleraciones diferentes aunque la fuerza sea la misma.

Una fuerza de reacción que va a aparecer mucho este curso es la **NORMAL**: Esta fuerza se da siempre que existe un contacto entre dos superficies.

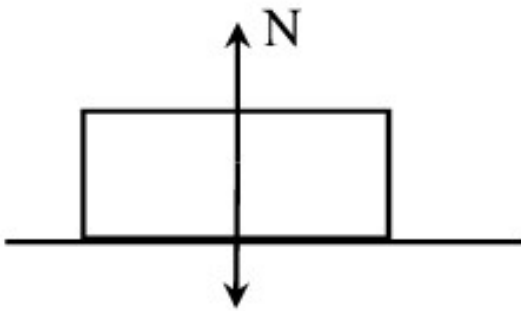
Es la reacción de la superficie sobre la que estamos apoyados.

Características

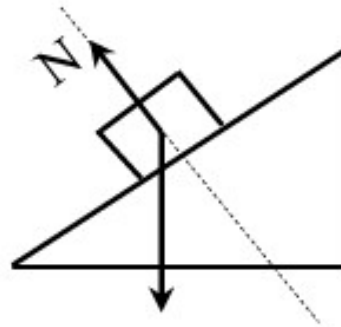
- Es una **fuerza perpendicular a la superficie** y siempre va en sentido hacia fuera.

- Ya que esta fuerza se debe al contacto entre las dos superficies, desaparecerá cuando los dos cuerpos dejen de estar en contacto.

Por ejemplo:Un **cuerpo sobre una mesa o sobre un plano inclinado** ejerce sobre la mesa o el plano una fuerza , como consecuencia, la mesa y el plano reaccionan ejerciendo sobre el cuerpo otra fuerza igual, en la misma dirección, pero de sentido contrario: es la llamada **NORMAL**



Plano horizontal



plano inclinado

FUERZAS DE ESPECIAL INTERÉS

■ FUERZA DE ROZAMIENTO

La fuerza de rozamiento se **opone al avance** de los cuerpos y, por lo tanto, tiene sentido contrario al movimiento.

Se calcula:

$$F_r = \mu N$$

Donde:

μ es el coeficiente de rozamiento.(puede ser estático (μ_s) si el cuerpo está parado o dinámico (μ_d) si el cuerpo está en movimiento; se cumple que $\mu_s > \mu_d$)

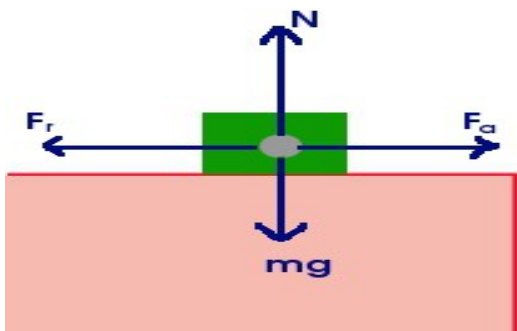
En este curso habitualmente usaremos el dinámico, por lo cual no se suele especificar cual es. Es adimensional.

■TENSIONES:

Son fuerzas que aparecen siempre que tengamos cuerdas o cables. Se dibujan en la propia cuerda o cable. Se usa la letra T para identificarla en un esquema de fuerzas.

DINÁMICA DEL MOVIMIENTO RECTILINEO

PLANO HORIZONTAL



Eje del movimiento:

$$\Sigma F = m \cdot a \quad F - F_{roz} = m \cdot a$$

Eje donde no hay movimiento:

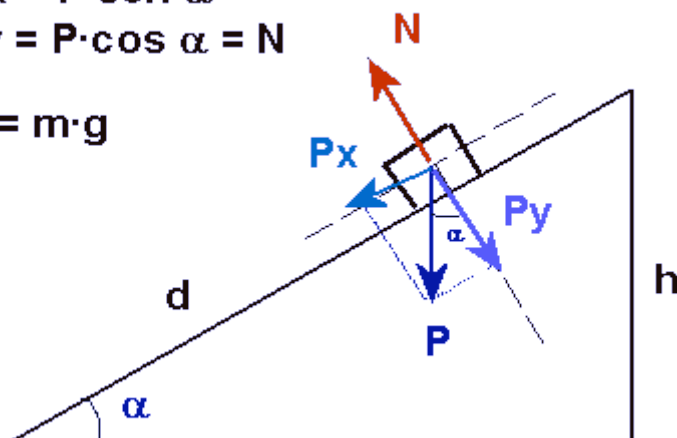
$$\Sigma F = 0 \quad P - N = 0 \text{ , por lo tanto } P = N$$

PLANO INCLINADO

$$P_x = P \cdot \text{sen } \alpha$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \alpha = N$$

$$P = m \cdot g$$



Con este esquema sencillo:

Eje del movimiento:

$$\Sigma F = m \cdot a \quad P_x = m \cdot a$$

Eje donde no hay movimiento:

$$\Sigma F = 0 \quad P_y - N = 0 \quad \text{Por lo tanto} \quad P_y = N$$

Si hubiese rozamiento, sólo tendríamos que **dibujar** en el esquema **la fuerza de rozamiento**, contraria al movimiento:

si el cuerpo sube: Froz hacia abajo

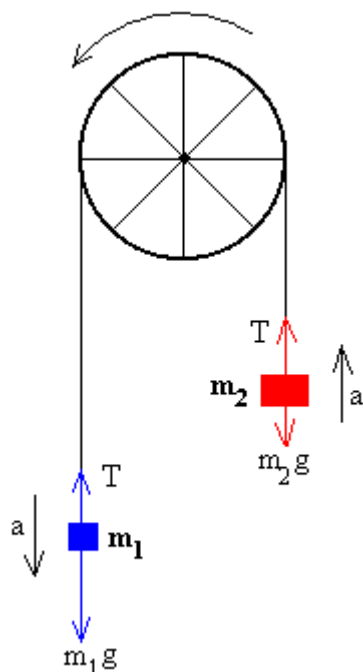
si el cuerpo baja: Froz hacia arriba

CUERPOS ENLAZADOS

Estudiamos la dinámica de los cuerpos que están unidos por cuerdas. En este esquema tendremos que dibujar una fuerza más: la tensión de la cuerda.

Estudiaremos la dinámica de cada cuerpo por separado, teniendo en cuenta que tendrán la misma aceleración.

Máquina de Atwood



Cuerpo 1

$$F \text{ eje mov} = m_1 \cdot a$$

$$T - P_1 = m_1 \cdot a$$

Cuerpo 2

$$F \text{ eje mov} = m_2 \cdot a$$

$$P_2 - T = m_2 \cdot a$$

Sumando ambas ecuaciones:

$$P_1 - T + T - P_2 = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$P_1 - P_2 = M_t \cdot a$$

Lo mismo haremos en cualquier otro esquema:

- Dibujar las fuerzas que actúan en cada cuerpo
- Aplicar la ley de Newton a cada cuerpo de modo aislado
- Sumar las ecuaciones, para obtener la aceleración
- Obtenida la aceleración, se podrá calcular la tensión de la cuerda,

EJERCICIOS

LEY DE HOOKE

1. Un resorte con una constante elástica que vale 150 N/m tiene una longitud de 35 cm cuando no se aplica ninguna fuerza sobre él. Calcula: a) La fuerza que se debe ejercer sobre el resorte para que su longitud sea de 45 cm; b) La longitud del resorte cuando se le aplica una fuerza de 63 N.
2. Un resorte de constante elástica 240 N/m tiene una longitud de 35 cm cuando aplicamos una fuerza de 48 N sobre él. Calcula la fuerza que debemos aplicar para que el resorte adquiera una longitud de 40 cm.
3. La longitud de un muelle es de 32 cm cuando aplicamos una fuerza de 1,2 N y de 40 cm cuando la fuerza aplicada es de 1,8 N. Calcula: a) La longitud cuando no se aplica ninguna fuerza; b) La constante elástica del muelle.
4. La longitud de un muelle es de 25 cm cuando se le cuelga una masa de 76,53 g y de 40 cm cuando pende una masa de 306,1 g. ¿Cual es la longitud inicial del resorte? ¿Cual es su constante elástica?.

PLANO HORIZONTAL/VERTICAL

5. El Chevrolet Corvette LT-1 tiene una masa de 1515 kg y acelera de 0 a 100 km/h en 5,9 s. a) Aceleración; b) Fuerza neta que actúa.
6. Un cuerpo de 10 kg está en reposo en un plano horizontal. Se le aplica una fuerza de 20 N paralela al suelo. Calcula la velocidad y espacio recorrido en 4 s si el coeficiente de rozamiento es 0,2.
7. Un coche de 2000 kg lleva una velocidad de 72 km/h. Calcular la fuerza de frenado necesaria para pararlo en 20 s.
8. Un camión de 20T, se desplaza por una carretera horizontal con una velocidad de 24 m/s. Frena y se para en 15 s.
a) aceleración b) fuerza que hacen los frenos c) distancia recorrida mientras frena d) velocidad a los 15 s de empezar a frenar.
9. Para arrastrar con velocidad constante un piano de 140 Kg sobre un suelo horizontal, hay que hacer una fuerza de 650N. Calcula el coeficiente de rozamiento.
10. Partiendo del reposo, una esfera de 10 g cae libremente, sin rozamientos, bajo la acción de la gravedad, hasta alcanzar una velocidad de 10 m/s. En ese momento comienza a actuar una fuerza hacia arriba, que consigue detener la esfera en 5 s. ¿Cuánto vale esa fuerza?

11. Ariane 5 es un cohete de la agencia espacial europea, que pone en órbita satélites desde la base espacial europea de la Guayana francesa. Para vencer la atracción gravitatoria se necesitan motores extremadamente potentes. Dos propulsores producen 6713 KN cada uno y el motor del tanque central 1167KN. La masa del Ariane es de 725 T. Calcula la aceleración de subida del Ariane.

12. Un hombre arrastra una caja por el suelo horizontal mediante una fuerza que forma un ángulo de 30° con el suelo. ¿Con qué fuerza debe tirar para que la caja, de 500Kg, se mueva con velocidad constante si el $\mu = 0,4$?

PLANO INCLINADO

13. Calcular espacio recorrido en 3 s por un cuerpo situado en un plano inclinado de 30°

a) si no hay rozamiento.

b) si $\mu = 0,2$

14. Un cuerpo desciende por un plano inclinado de 37° con velocidad constante. Determina el coeficiente de rozamiento.

15. Dejamos una caja de manzanas de 10Kg a la puerta de casa. Nuestra calle tiene una pendiente hacia abajo de 9° y el coeficiente de rozamiento es de 0,2. ¿deslizará o no la caja?

16. Un cuerpo de 20Kg , inicialmente en reposo, está en la parte baja de un plano inclinado 30° , de longitud 7m , siendo $\mu = 0,3$.

¿Con qué fuerza debo tirar de él para que llegue a la parte alta del plano en 0,8s?

17. Desde la parte inferior de un plano inclinado 30° se lanza un cuerpo con una velocidad inicial de 2m/s. El coeficiente de rozamiento es 0,1. Calcula:

a) aceleración con que sube.

b) tiempo que tarda en pararse.

c) Espacio que recorre por el plano hasta que se para y altura a la que sube.

18. ¿Cual debe ser el coeficiente de rozamiento entre un niño y la superficie de un tobogán de 30° para que la aceleración de caída sea de $0,24 \text{ m/s}^2$?

19. Un coche de 3000Kg circula por una autopista por una pendiente hacia arriba de 1° . Cuando va a 108km/h, ve a 200m una señal que le impide circular a más de 90 Km/h. Si deja de acelerar ¿Cuánto debe valer la fuerza de rozamiento que hará posible que cumpla lo indicado en la señal?

$\text{Sen}1^\circ=0,017 \quad \text{cos}1^\circ=1$

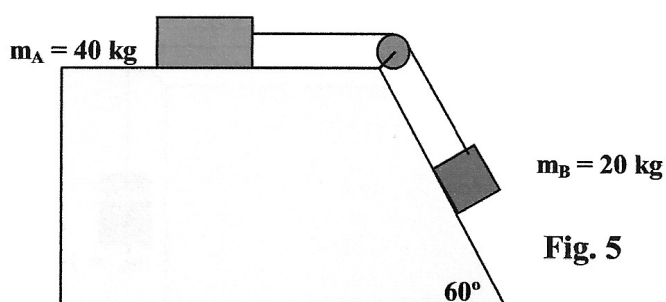
20. ¿Con qué velocidad debo lanzar un cuerpo de 2 Kg desde la base de un plano inclinado, de coeficiente de rozamiento 0,1, y longitud 10m para que al final esté parado? El plano es del 10% de inclinación.

21. Un coche de 1000Kg sube una pendiente de 45° con velocidad constante. Si $\mu = 0,1$, calcula la fuerza que hace el motor.

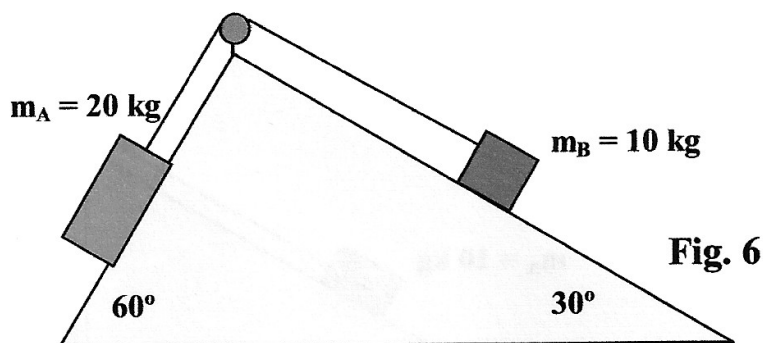
22. Un cuerpo está en reposo en lo alto de un plano inclinado de 8m de alto y 17 m de largo. Si se deja descender, se observa que en 2s desliza 5m. Calcula el coeficiente de rozamiento.

CUERPOS ENLAZADOS

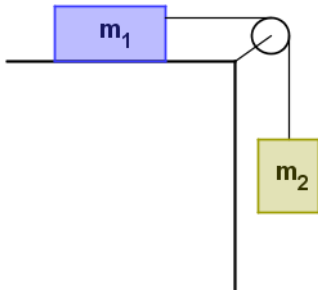
23. De los extremos de la cuerda que pasa por una polea fija al techo, cuelgan dos cuerpos de masas 20 kg e 15 kg. Calcula: a) aceleración del sistema; b) tensión de la cuerda. Si parten del mismo nivel, ¿cuánto tiempo tardan en separarse 6 m?
24. Tenemos dos cajas de madera de 5 y 10 Kg unidas por una cuerda que pasa a través de una polea. La caja de 5Kg está apoyada en una mesa y la otra cuelga por el lateral de la mesa. Calcula: a) aceleración del sistema; b) T de la cuerda. Dato: $\mu = 0,4$
25. Tenemos dos cajas de madera de 2 y 5 Kg unidas por una cuerda que pasa a través de una polea. La caja de 2 Kg está apoyada en una mesa y la otra cuelga por el lateral de la mesa. Al soltar el sistema, la caja apoyada en la mesa, recorre 60 cm en 0,5s. Calcula el coeficiente de rozamiento.
26. Un cuerpo de 3 Kg reposa en un plano inclinado 30° , unido por una cuerda a otro de 2 Kg que cuelga por el extremo vertical del plano. Si el coeficiente de rozamiento es 0,3, calcula la aceleración y la tensión de la cuerda.
27. . Un cuerpo A de 10 Kg reposa en un plano inclinado 30° , unido por una cuerda a otro B de 4 Kg que cuelga por el extremo vertical del plano. Calcula el tiempo que transcurre para que el cuerpo A se desplace 8 m. Dato: $\mu = 0,25$.
28. Calcula la tensión que soporta la cuerda. Dato: $\mu = 0,3$



- 29, Calcula: a) La velocidad del cuerpo B a los 22 s; b) La tensión que soporta el cable. Dato $\mu = 0,3$.



30. ¿Con qué fuerza debo tirar del cuerpo 1, para que el cuerpo 2 suba con una $a = 0,8 \text{ m/s}^2$ Calcula la tensión de la cuerda. Dato $\mu = 0,2$ $m_1 = 2\text{Kg}$ $m_2 = 3\text{Kg}$



31. Tenemos una máquina atwood con dos masas de 1 Kg , colgando de ambos extremos. ¿ Qué sobrecarga debo colocar encima de uno de los bloques para que cada bloque recorra 1,25m en 0,7s?

32. Una locomotora , de 15 T, arrastra dos vagones de 10T cada uno. Si el coeficiente de rozamiento vale 0,1. Calcula:

a) Fuerza que debe hacer la locomotora para que el sistema se mueva con $a = 0,5 \text{ m/s}^2$

b) T de cada uno de los enganches

33. Si m_1 vale 20 Kg y m_2 es desconocida y sabemos que el bloque de masa desconocida recorre 1m en 2s, partiendo del reposo, siendo el coeficiente de rozamiento 0,1. ¿Cuánto vale m_2 ? ¿Cuál es la T de la cuerda?

