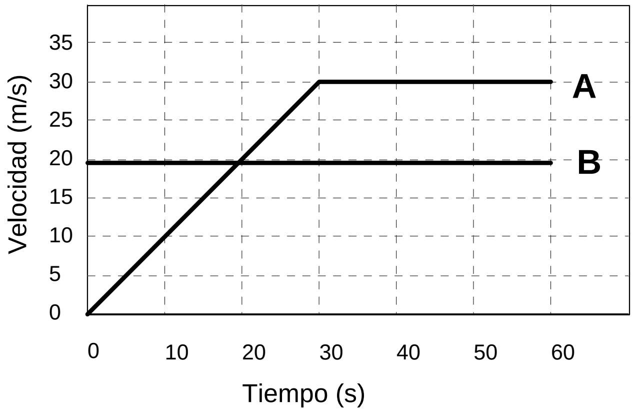
1

Un coche A estaba parado en un semáforo. Justo cuando la luz cambia a verde -hecho que se toma como instante inicial- arranca con una aceleración constante, aceleración que mantiene durante 30 s. Cuando el semáforo cambia a verde, otro coche B, que se está moviendo con velocidad constante, le adelanta. La figura adjunta muestra la gráfica *velocidad-tiempo* de los movimientos de ambos coches.



Calcula en qué instante el coche A alcanza al coche B y la distancia recorrida por ambos hasta el momento del encuentro.

Vemos que el móvil A lleva un MRUA (con la aceleración de 1 m/s²) durante los primeros 30 segundo y un MRU a partir del instante t = 30 s. El móvil B está animado de un MRU. Las ecuaciones del movimiento son:

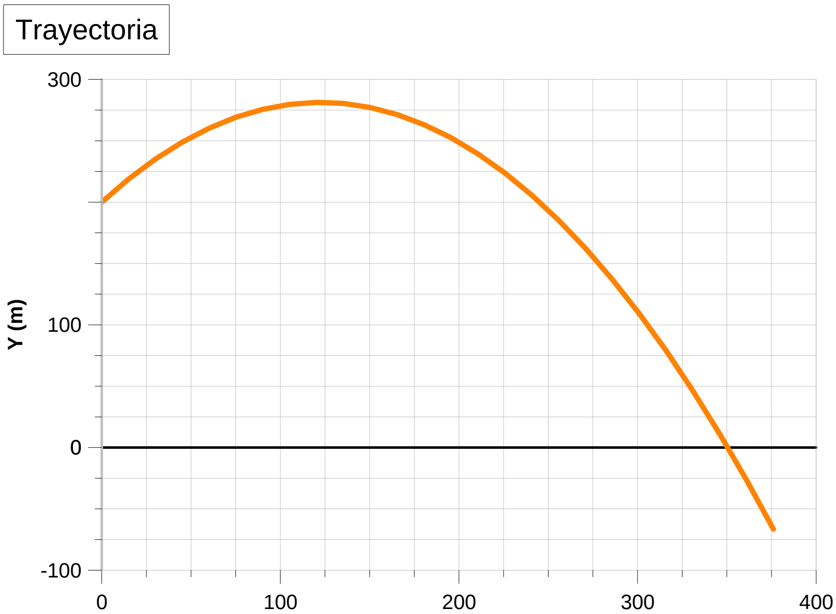
$$x_A(t) = \begin{cases} \frac{1}{2}t^2 \text{ si t} \leq 30 \text{ s} \\ 450 + 30(t-30) \text{ si t} \geq 30 \text{ s} \end{cases}$$
$$x_B(t) = 20t$$

Hay que decidir si el alcance se produce antes o después del instante t = 30 s. En dicho momento, las posiciones de los móviles son: $x_A(30) = 450$ m y $x_B(30) = 600$ m, de donde se deduce que todavía no se ha producido el alcance: se producirá después del instante t = 30 s.

En el punto de encuentro se verifica que: $x_A = x_B$, es decir, 450 + 30t - 900 = 20t; 10t = 450; **t = 45 s** y $\mathbf{x_A = x_B = 900}$ **m**.

2

En la siguiente figura se muestra la trayectoria de un tiro oblicuo realizado desde una altura de 200 m. Se sabe que el punto más alto de la trayectoria tiene de coordenadas: $(122'5, 281'4)$ m y que dicho punto se alcanza a los 4,07 s de iniciado el tiro.



(a) Calcula la rapidez inicial y el ángulo de tiro.
(b) Dibuja sobre la trayectoria el vector velocidad en el instante t = 8 s.

(a)
De la gráfica de la trayectoria se deduce que: $x_o = 0$ e $y_o = 200$ m. Las ecuaciones asociadas a este movimiento son:

$$Eje\ X = \begin{cases} x = v_{ox}t \\ v_x = v_{ox} \end{cases}$$
$$Eje\ Y = \begin{cases} y = 200 + v_{oy}t - 4,9t^2 \\ v_y = v_{oy} - 9,8t \end{cases}$$

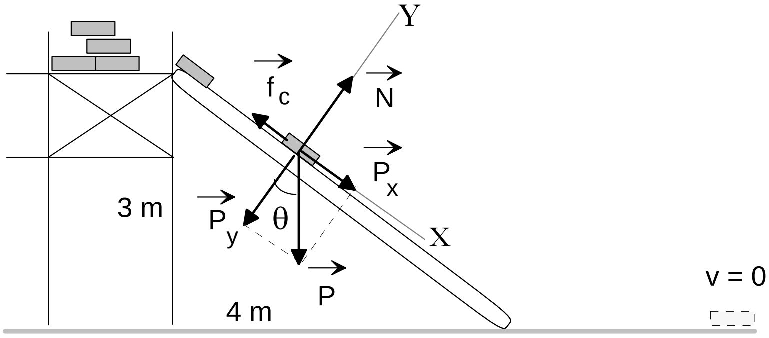
Además, siempre se cumple que: $\begin{cases} v_{ox} = v_o \cos\theta \\ v_{oy} = v_o \operatorname{sen}\theta \end{cases}$

En el punto más alto de la trayectoria, $v_y = 0$; $v_o \operatorname{sen}\theta - 9,8 \cdot 4,07 = 0$; $v_o \operatorname{sen}\theta = 39,886$ (1)
Por otro lado, en el eje X se cumple que $122,5 = (v_o \cos\theta) \cdot 4,07$; $v_o \cos\theta = 30,098$ (2)
Al dividir la ec. (1) por la ec. (2) se obtiene: $\operatorname{tg}\theta = 1,325$; $\boldsymbol{\theta = 53^o}$. Llevando este resultado a cualquiera de las ec. (1) o (2), resulta que **v_o = 50 m/s**.

(b)
Las componentes de la velocidad inicial valen: $\begin{cases} v_{ox} = 50 \cdot \cos 53 = 30\frac{m}{s} \\ v_{oy} = 50 \cdot \operatorname{sen} 53 = 40\frac{m}{s} \end{cases}$. En el instante t = 8 s, la posición está dada por $\begin{cases} x = 30 \cdot 8 = 240\ m \\ y = 200 + 40 \cdot 8 - 4,9 \cdot 64 = 206,4\ m \end{cases}$ y las componentes de la velocidad son: $\begin{cases} v_x = 30\frac{m}{s} \\ v_y = 40 - 9,8 \cdot 8 = -38,4\frac{m}{s} \end{cases}$. Estos vectores deben ser dibujados en el punto (240, 206’4).

3

Durante la construcción de un edificio, un ladrillo de 1 kg de masa se deja en libertad desde lo alto de un tablón inclinado -ver la figura-. El coeficiente de rozamiento cinético entre el tablón y el ladrillo es $\mu_c = 0,25$. Después de descender, el ladrillo se mueve sobre un plano horizontal, que presenta un coeficiente de rozamiento cinético $\mu_c = 0,1$, hasta que finalmente se detiene.
(a) Calcula la velocidad del ladrillo cuando llega al plano horizontal.
(b) Halla el tiempo total transcurrido desde que el ladrillo se deja en libertad hasta que se para.



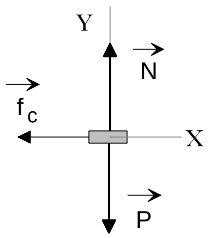
(a)
En primer lugar, dibujamos las fuerzas que actúan sobre el ladrillo: el peso, la normal y la fuerza de rozamiento cinético. A continuación, elegimos un sistema de referencia y hallamos, cuando sea necesario, las componentes de las fuerzas; vemos que hay que descomponer el peso: $\begin{cases} P_x = mg \text{ sen } \theta \\ P_y = mg \cos \theta \end{cases}$.

Aplicamos la 2ª ley de Newton: $\begin{cases} F_{neta,x} = ma \\ F_{neta,y} = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} P_x - f_c = ma \\ N - P_y = 0 \end{cases}$. De la 2ª ec. deducimos el valor de la fuerza normal: $N = P_y$ y el de la fuerza de rozamiento cinético: $f_c = \mu_c \cdot N = \mu_c \cdot P_y$. La 1ª de las citadas ecuaciones, con toda la información disponible, se escribe como sigue:
$mg \text{ sen } \theta - \mu_c mg \cos \theta = ma$ y simplificando la masa:

$$a = g \text{ sen } \theta \text{ - } \mu_c g \cos \theta = g(sen\ \theta - \mu_c \cos \theta) = 9,8(\tfrac{3}{5} - 0,25\tfrac{4}{5}) = 3,92\tfrac{m}{s^2}.$$

Para calcular la velocidad al final del plano inclinado, dado que se trata de un MRUA, podemos utilizar la ecuación: $v^2 - v_o^2 = 2 \cdot \Delta x \cdot a$; como parte del reposo, $v^2 = 2 \cdot 5 \cdot 3,92 = 39,2$ y **v = 6,26 m/s**.

(b)
En el plano horizontal el ladrillo está sometido a fuerzas distintas de las anteriores y tendrá una aceleración también diferente. Para calcularla, repetimos el procedimiento utilizado en el apartado (a): dibujar las fuerzas, elegir un sistema de referencia para las fuerzas y aplicar la segunda ley de Newton.



$\begin{cases} F_{neta,x} = ma \\ F_{neta,y} = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} -f_c = ma \\ N - P = 0 \end{cases}$ $-\mu_c mg = ma$; $a = -\mu_c g = -0,98\frac{m}{s^2}$

Cuando se detiene, v = 0; 6,26 - 0,98t = 0; $t = \frac{6,26}{0,98} = 6,4$ s

En el plano inclinado, $\Delta x = 1,96 t_1^2$; $5 = 1,96 t_1^2$; $t_1 = 1,6$ s. En consecuencia, el tiempo total transcurrido es: 1,6 + 6,4 = **8 s**.

4

Un trineo de 5 kg de masa, inicialmente en reposo sobre un camino horizontal cubierto de nieve, se halla sometido a una fuerza de tracción constante de 10 N a lo largo de un desplazamiento de 6 m. La fuerza forma un ángulo de 20º con la horizontal y el rozamiento entre el trineo y la nieve es despreciable. Halla el trabajo realizado por la fuerza de tracción en ese desplazamiento y la velocidad final del trineo.

El trabajo realizado por la fuerza de tracción vale: $W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\theta = 10 \cdot 6 \cdot \cos 20 = 56,4\ J$.

Por el teorema del trabajo y la energía cinética: $W = \Delta E_c = \frac{1}{2}mv^2 - 0$; $v^2 = \frac{2W}{m} = \frac{112,8}{5} = 22,56$; **v = 4,75 m/s**.

5

Un cuerpo de 30 g de masa se comprime contra un muelle de constante k = 12 N/m y luego se deja en libertad; el cuerpo se desplaza sobre una mesa sin rozamiento y trata de superar un pequeño obstáculo.

(a) Calcula cuál ha de ser la compresión del muelle para que el cuerpo alcance justamente el punto A del esquema de la figura.
(b) Imagina ahora que, con el cuerpo en la mano, comprimimos el muelle una longitud de 10 cm y soltamos el cuerpo. Halla su velocidad en los puntos A y B.

(a)
Sobre el cuerpo sólo actúan fuerzas conservativas; por lo tanto, la energía mecánica se conserva. La energía potencial elástica en el punto O debe ser igual a la energía potencial gravitatoria en A, ya que la energía cinética es nula en los dos puntos. Se toma el suelo como nivel de referencia para la energía potencial gravitatoria. En consecuencia, $\frac{1}{2}kx^2 = mgy$; $6x^2 = 0,0294$; **x = 0,07 m = 7 cm**.

(b)
La energía mecánica en O es igual a la energía mecánica en A: $\frac{1}{2}kx^2 = mgy + \frac{1}{2}mv_A^2$; $0,06 = 0,0294 + 0,015v_A^2$; $0,0306 = 0,015v_A^2$; **v_A = 1,43 m/s**.

La energía mecánica en O es igual a la energía mecánica en B: $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_B^2$; $0,06 = 0,015v_B^2$; **v_B = 2 m/s**.

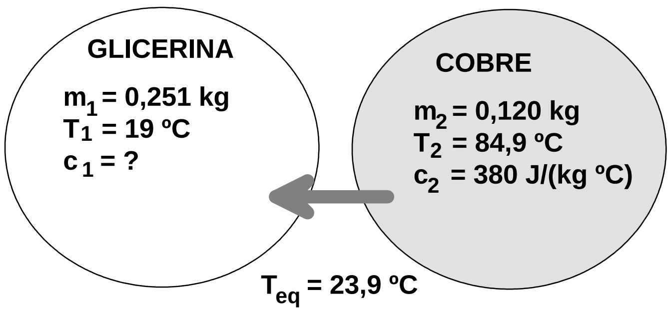
6

(a) Un estudiante quiere determinar la capacidad calorífica específica de la glicerina, para lo cual introduce 251 g de la misma en un calorímetro y mide la temperatura, que resulta ser 19,0 ºC. A continuación, introduce en el calorímetro una muestra de cobre de 120 g que ha mantenido durante largo tiempo en una estufa de laboratorio a 84,9 ºC, observando que la temperatura final de la mezcla es de 23,9 ºC. Calcula la capacidad calorífica específica de la glicerina.

(b) Se mezcla dos cubitos de hielo de 25 g cada uno a -10 ºC con 250 g de agua a 18 ºC. Calcula la temperatura final de la mezcla.

[DATOS: Capacidades caloríficas específicas: cobre = 380 J/(kg ºC), agua = 4180 J/(kg ºC), hielo = 2100 J/(kg ºC); calor latente de fusión del agua = 3,34.10⁵ J/kg]

(a)



Aplicamos la ley del equilibrio térmico: $m_1 c_1 (T_{eq} - T_1) = m_2 c_2 (T_2 - T_{eq})$;
$0,251 \cdot c_1 \cdot 4,9 = 0,120 \cdot 380 \cdot 61$; 1,23 c_1 = 2781,6 ; $\boldsymbol{c_1 = 2261 \frac{J}{kg\ ^oC}}$

(b)

Supongamos que se funden los cubitos; para ello, se necesita: 1050 J (0,05 ·2100 ·10) para calentar el hielo desde -10 ºC hasta 0 ºC y 16700 J (0,05 ·334000) para fundirlo. En total, 17750 J.
Si se enfría el agua desde 18 ºC hasta 0 ºC se cede 18810 J (0,25 ·4180 ·18), energía suficiente para **fundir todo el hielo**.

Aplicamos la ley del equilibrio térmico:

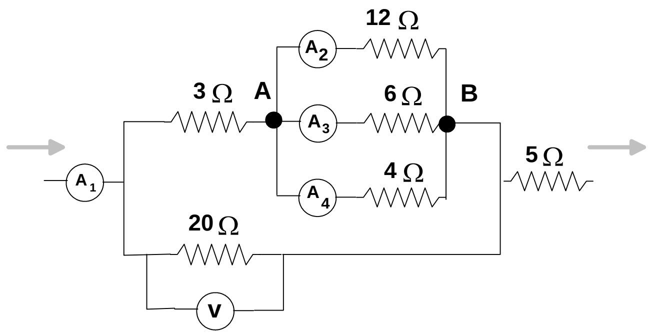
$$q_{\text{calentar el hielo hasta 0 ºC}} + q_{\text{fusión}} + q_{\text{calentar el agua hasta Teq}} = q_{\text{enfriar el agua hasta la Teq}}$$

$$1050 + 16700 + 0,05 \cdot 4180 \cdot (T_{eq} - 0) = 0,25 \cdot 4180 \cdot (18 - T_{eq})$$

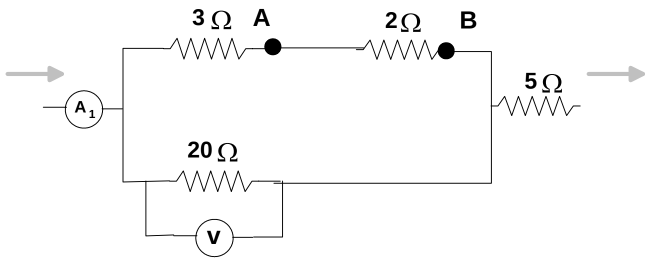
$$17750 + 209\ T_{eq} = 18810 - 1045\ T_{eq};\quad 1254\ T_{eq} = 1060\ ;\quad T_{eq} = \frac{1060}{1254} = 0,85^oC$$

7

En la asociación de conductores mostrada en la figura, calcula lo que indicarán los demás aparatos de medida, sabiendo que el amperímetro A_2 marca 6 A.



Sea A y B los nodos del circuito mostrados en la figura. Por la ley de Ohm, $V_{AB} = 6 \cdot 12 = 72$ V; por lo tanto, el amperímetro A_3 marcará: $\frac{72}{6} = 12$ A y el amperímetro A_4 señalará: $\frac{72}{4} = 18$ A.

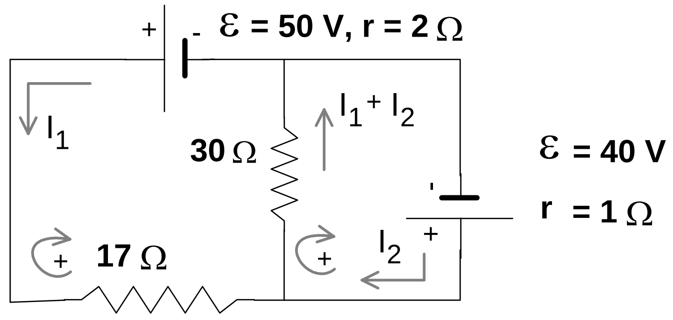


Por la resistencia de 3 Ω circula la intensidad de corriente que llega al nodo A, es decir, 36 A (6+12+18), con lo que la tensión en dicha resistencia es: $V_{(3\,\Omega)} = 36 \cdot 3 = 108$ V. Por otro lado, como V_{AB} = 72 V, la tensión en la rama superior es de 180 V (108+72), tensión a la que también está sometida la resistencia de 20 Ω; por lo tanto, el voltímetro marcará 180 V.

Por la resistencia de 20 Ω pasa la intensidad de corriente: $\frac{180}{20} = 9$ A. El amperímetro A_1 marcará entonces: 36 + 9 = **45 A**.

8

Calcula la intensidad de corriente que circula por cada generador, aplicando las leyes de Kirchhoff.



Elegimos las intensidades de corriente mostradas en el circuito de la figura. La elección se ha hecho de acuerdo con los polos de los generadores. Aplicamos las leyes de Kirchhoff:

Malla de la izquierda:	$-50 = -19\ I_1 - 30(I_1+I_2)$	$50 = 49\ I_1 + 30\ I_2$
Malla de la derecha:	$40 = I_2 + 30(I_1+I_2)$	$40 = 30\ I_1 + 31\ I_2$

En este caso, quizás el mejor método de resolución del sistema sea el de igualación; despejamos I_2 en cada una de las ecuaciones e igualamos las expresiones:

$$\frac{50-49I_1}{30} = \frac{40-30I_1}{31}$$

$1550 - 1519\ I_1 = 1200 - 900\ I_1$; $350 = 619\ I_1$; $I_1 = \frac{350}{619} = 0,57\ A$. Por lo que $I_2 = \frac{22}{30} = 0,73\ A$.

9

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).
[Calificación de esta pregunta: ACIERTO: +1, FALLO: -1; EN BLANCO: 0]

[V] (a) El vector velocidad es tangente a la trayectoria en cada uno de sus puntos.

[F] (b) La posición de un cuerpo que se mueve a lo largo del eje X está dada por $x = 3t^2 - 5t + 18$ (m). El móvil describe una trayectoria parabólica.

La ecuación de la trayectoria es una relación entre “x” e “y”.

[F] (c) El movimiento circular uniforme carece de aceleración.

Tiene aceleración centrípeta.

[V] (d) En el movimiento rectilíneo uniformemente variado la aceleración tangencial es constante.

Este curso no hemos tratado el concepto de aceleración tangencial.

[V] (e) Cuando un tiovivo está funcionando, todos sus aparatos se mueven con idéntica velocidad angular instantánea.

[F] (f) En el tiovivo anterior, todos los aparatos se mueven con la misma rapidez.

Cuanto más alejados se encuentren del centro, mayor arco recorren y mayor rapidez tienen.

[F] (g) Un cuerpo se mueve en línea recta con rapidez constante. Sobre él está actuando una fuerza neta distinta de cero.

No hace falta una fuerza resultante neta para que el cuerpo se desplace con MRU.

[F] (h) Por la 3ª ley de Newton, la Tierra y la Luna se atraen mutuamente con fuerzas de distinto módulo porque sus masas son diferentes.

Las fuerzas de atracción mutua tienen el mismo módulo.

[F] (i) Cuando una chica empuja una pared, ninguna de las dos se mueve porque las fuerzas de acción y reacción se compensan.

No tiene sentido sumar dichas fuerzas porque están aplicadas en cuerpos distintos.

[F] (j) Una partícula de masa m se mueve horizontalmente hacia la derecha con una velocidad v y choca con otra partícula idéntica, inicialmente en reposo. Después del choque, se observa que ambas viajan juntas con una velocidad $\frac{3}{4}v$. Se supone que el sistema es aislado.

Conservación de la cantidad de movimiento: mv + 0 = 2mv'; v' = v/2.

[V] (k) El trabajo realizado sobre cualquier cuerpo por la fuerza de rozamiento siempre es negativo.

[V] (l) Es posible que una fuerza se desplace y, sin embargo, no realice ningún trabajo.

[F] (m) Si sobre un cuerpo sólo actúan fuerzas conservativas, su energía cinética permanece constante.

Permanece constante su energía mecánica, suma de las energías cinética y potencial.

[F] (n) Se lanzan verticalmente hacia arriba, con la misma velocidad inicial, dos cuerpos de masas diferentes (m > m'). La más ligera alcanzará una altura mayor.

Si se aplica la ley de conservación de la energía mecánica, vemos que la altura alcanzada es independiente de la masa.

[V] (ñ) En el SI, la potencia se mide en 'vatios'.

[F] (o) Si dos hilos conductores del mismo material tienen idéntica resistencia eléctrica, sus dimensiones han de ser iguales.

La resistencia depende, además del tipo de sustancia, de la longitud y de la sección. Podemos tener muchas combinaciones de longitud y sección del mismo valor.

[V] (p) Al conectar una resistencia *shunt* al galvanómetro, la resistencia del conjunto es menor que la del galvanómetro.

Una resistencia *shunt* es una resistencia en paralelo.

[V] (q) El potencial eléctrico en un punto de un campo eléctrico, no depende de la carga de prueba que se sitúe en dicho punto.

[F] (r) La diferencia de potencial entre los bornes de un generador coincide con la fuerza electromotriz de la pila si la resistencia del circuito exterior es muy pequeña.

La coincidencia se da si la resistencia interna del generador es muy pequeña.

[V] (s) La potencia consumida por un conductor de resistencia dada depende de la diferencia de potencial a la que está conectada.