Tema IV: Trabajo, Potencia y Energía

1.- Una fuerza de 490N tira de un bloque, inicialmente en reposo que pesa 20 kg, situado en un plano inclinado 30º sobre la horizontal. La fuerza actúa hacia arriba y paralelamente al plano, y de esta forma el cuerpo recorre 10m. Se sabe que el coeficiente de rozamiento es 0,2. Calcular: a) el trabajo realizado por la fuerza y su distribución, b) la velocidad adquirida por el cuerpo al final del recorrido, c) la cantidad de hielo a 0ºC que se podía fundir con el calor desprendido en el rozamiento. (Calor fusión hielo 80 cal/g).

a) El trabajo realizado por la fuerza aplicada es: $W = F \cdot s = 490N \cdot 10m = 4900J$

Este trabajo se emplea en vencer los rozamientos, aumentar la energía cinética del bloque y en aumentar su energía potencial.

b) Aplicando el segundo principio o ley fundamental de la dinámica: $\sum_i F_i = m \cdot a$,

calculamos la aceleración del bloque.

Lo primero es calcular la resultante de las fuerzas que actúan sobre el bloque. A favor del movimiento solo la fuerza aplicada 490N, en contra del movimiento la fuerza de rozamiento; $F_r = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot Cos\alpha$ y la componente x del peso. $P_x = m \cdot g \cdot Sen\alpha$. Por tanto:

$$F - F_r - P_x = m \cdot a \quad \text{de donde} \quad \frac{F - F_r - P_x}{m} = a$$

$$a = \frac{490N - 0{,}2 \cdot 20kg \cdot 9{,}81m/s^2 \cdot \cos 30° - 20 \cdot 9.81m/s^2 \cdot Sen30°}{20kg} = 17{,}9m/s^2$$

Si aplicamos la ecuación de la velocidad independiente del tiempo

$$\boxed{v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 17{,}9m/s^2 \cdot 10m} = 18{,}9m/s}$$

c) Calculamos ahora el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento:

$$W_r = F_r \cdot s = \mu \cdot m \cdot g \cdot Cos30° = 0{,}2 \cdot 20kg \cdot 9{,}81m/s^2 \cdot \cos 30° \cdot 10m = 339{,}5J$$

Como 1J=0,24 cal ➔ $W_r = 339{,}5J \cdot 0{,}24cal/J = 81{,}48cal$

Entonces el hielo que puede fundirse con esta energía en forma de calor es: $\boxed{m = \frac{81{,}48cal}{80cal/g} = 1{,}02g}$

2.- Un cuerpo de 2kg se mueve a lo largo de una trayectoria cuyos puntos vienen determinados por las ecuaciones paramétricas $\begin{cases} x = 3t^2 \\ y = 3t^3 \\ z = -2t \end{cases}$ expresadas en metros. Deducir: a) la ecuación de la velocidad y su módulo, b) el momento lineal del cuerpo, c) el trabajo realizado por la fuerza que actúa sobre ese cuerpo entre los instantes t=1 y t=2 segundos.

a) Tenemos que el vector de posición del cuerpo es: $\vec{r} = 3t^2\hat{i} + 3t^3\hat{j} - 2t\hat{k}$ (S.I.)

y el vector velocidad es: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = 6t\hat{i} + 9t^2\hat{j} - 2\hat{k}$ (S.I.)

el módulo del vector velocidad es: $v = \sqrt{36t^2 + 81t^4 + 4}$ (S.I.)

b) El momento lineal del cuerpo es: $\vec{p} = m\cdot\vec{v} = 2(6t\hat{i} + 9t^2\hat{j} - 2\hat{k}) = 12t\hat{i} + 18t^2\hat{j} - 4\hat{k}$ (S.I.)

c) El trabajo realizado es: $W = \vec{F}\cdot\vec{r}$. Lo primero es calcular la fuerza que actúa sobre el cuerpo.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = 12\hat{i} + 36t\hat{j} \text{ (S.I.)}$$

Por tanto:

$$W = \vec{F}\cdot\vec{r} = \int_{t=1}^{t=2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{t=1}^{t=2} \vec{F}\cdot\vec{v}\cdot dt = \int_{t=1}^{t=2} (12\hat{i} + 36t\hat{j})\cdot(6t\hat{i} + 9t^2\hat{j} - 2\hat{k})dt = \left[\frac{72t^2}{2}\right]_1^2 + \left[\frac{324t^4}{4}\right]_1^2 = 1323J$$

3.- Para abastecer de agua a una ciudad se consumen diariamente 200 m³. El líquido es elevado a depósitos situados a 80 m por encima del nivel del agua en los pozos. ¿Qué trabajo se consume al cabo de un año?.

La masa del agua elevada en un día es $200\cdot10^3$ kg = $2\cdot10^5$ kg. El trabajo realizado para elevarla a 80 m será: $W = F\cdot S = m\cdot g\cdot h = 2\cdot10^5 kg\cdot 9{,}81 m/s^2\cdot 80m = 1{,}6\cdot 18^8 J$, y el trabajo realizado en un año será:

$$W = 1{,}6\cdot10^8 \frac{J}{dia}\cdot 365 dias = 5{,}84\cdot10^{10} J$$

4.- Desde una altura de 30 m se lanza verticalmente hacia abajo un proyectil con una velocidad de 100m/s. ¿Qué velocidad poseerá cuando se encuentre a 10m del suelo?.

Aplicando el principio general de conservación de energía: $E_{M_A} = E_{M_B}$

- ✓ En el punto A) $E_{M_A} = E_{p_A} + E_{c_A} = mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2$
- ✓ En el punto B) $E_{M_B} = E_{p_B} + E_{c_B} = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$

Como la energía se conserva, entonces $mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$

Y como nos piden calcular la velocidad en B, entonces:

$$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2g(h_A - h_B)} = \sqrt{10000m^2/s^2 + 2\cdot g\cdot 20m} = 102m/s$$

5.- Un automóvil de 1425 kg arranca sobre una pista horizontal en la que se supone una fuerza de rozamiento constante de valor 150N. Calcular: a) la aceleración que precisa el coche para alcanzar la velocidad de 120 km/h en un recorrido de 800 m. b) el trabajo realizado por el motor del coche desde el momento de la salida hasta el instante de alcanzar los 120 km/h. c) La potencia media del motor del coche en ese tiempo.

a) Si utilizamos la ecuación de la velocidad independiente del tiempo: $v^2 = 2\cdot a\cdot s$ y despejamos a:

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{33{,}33^2 m^2/s^2}{2\cdot 800m} = 0{,}694 m/s^2$$

b) la fuerza necesaria para comunicar esa aceleración es:

$$F = m\cdot a + F_r = 1450kg\cdot 0{,}694 m/s^2 + 150N = 1139N$$

El trabajo realizado por esta fuerza es: $W = F \cdot S = 1139N \cdot 800m = 911200J$

c) La potencia media es: $P = \frac{W}{t}$. Necesitamos el tiempo. $v = a \cdot t$ ➔ $t = \frac{v}{a} = \frac{33,33m/s}{0,694m/s^2} = 48s$

Por tanto: $P = \frac{W}{t} = \frac{911200J}{48s} = 18983,33W = 25,8CV$

6.- Un automóvil de masa 1 tonelada lleva una velocidad cte de 108 km/h a lo largo de una carretera que presenta una pendiente del 2% (entendiéndose 2m de desnivel por cada 100m de recorrido). ¿Qué potencia desarrolla el motor?.

Como el automóvil lleva una velocidad constante, eso quiere decir que la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él es nula. Por tanto, la fuerza que desarrolla el motor es igual a la componente del peso. Por tanto $F = m \cdot g \cdot sen\alpha = 100kg \cdot 10m/s^2 \cdot 0,02 = 200N$

Para calcular la potencia: $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F \cdot v = 200N \cdot 30m/s = 6000W$

7.- Un proyectil de 400 gr. Atraviesa una pared de 0,5 m de grosor. Su velocidad en el instante de penetrar en la pared era de 400 m/s, y al salir de 100 m/s. Calcular: a) el trabajo realizado por el proyectil, b) la resistencia de la pared.

a) Aplicando el teorema de las fuerzas vivas:

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} 0,4kg \cdot 100^2 (m/s)^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,4kg \cdot 400^2 (m/s)^2 = -3 \cdot 10^4 J$$

b) Como $W = F \cdot s$, de aquí, la fuerza de resistencia de la pared es: $F = \frac{W}{s} = \frac{-3 \cdot 10^4}{0,5m} = -6 \cdot 10^4 N$

8.- Un cuerpo de 10 kg se sitúa en lo alto de un plano inclinado 30º sobre la horizontal. La longitud del plano es de 10 m. y el coeficiente de rozamiento es de 0,2. a) ¿Con qué velocidad llega el cuerpo al final del plano?, b) ¿Cuánto valdrá la energía potencial del cuerpo al estar situado en lo alto del plano? C) ¿Cuánto vale el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento?.

a) Lo primero es calcular la aceleración del movimiento de caída del cuerpo. Aplicando el principio fundamental de la dinámica.

$$\sum_i \vec{F_i} = m \cdot \vec{a} \;➔\; m \cdot g \cdot sen\alpha - \mu mg\cos\alpha = m \cdot a \;➔\; a = g(sen\alpha - \mu\cos\alpha) = 3,27m/s^2$$

Para calcular la velocidad con la que llega el cuerpo al final del plano utilizamos la relación independiente del tiempo: $v_f^2 - v_o^2 = 2 \cdot a \cdot s$ como el cuerpo parte del reposo:

Departamento de Física y Química
I.E.E.S. Juan Ramón Jiménez

$$v_f^2 = 2 \cdot a \cdot s \;➔\; v_f = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{2 \cdot 3,27m/s^2 \cdot 10m} = 8,1m/s$$

b) La energía potencial en lo alto del plano: $E_p = m \cdot g \cdot h = 10kg \cdot 10m/s^2 \cdot 10 \cdot sen30° = 500J$

c) El trabajo de rozamiento es igual a la variación de la energía mecánica del cuerpo entre el punto más alto (solo energía potencial) y el punto más bajo (solo energía cinética).

$$W_r = E_{M_A} - E_{M_B} = E_{P_A} - E_{c_B} = m \cdot g \cdot h_A - \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 = 500j - \frac{1}{2} 10kg \cdot (8,1m/s)^2 = 173,2J$$

9.- Un muelle sujeto por su extremo superior, soporta un cuerpo de masa 0,01 kg, estando ambos en reposo. Se observa que al aplicar una fuerza de 2N el resorte se alarga 8cm y que al soltarlo inicia un movimiento vibratorio armónico. Deducir la energía de este movimiento y el periodo de oscilación.

Lo primero es calcular la constante elástica del muelle mediante la ley de Hooke: $\vec{F} = -k\cdot\vec{x}$

$$k = \frac{F}{x} = \frac{2N}{0{,}08m} = 25N/m$$

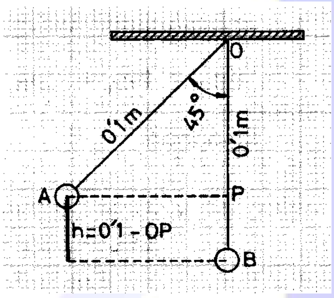
La energía del movimiento es una energía potencial elástica:

$$E_{p-e} = \frac{1}{2}\cdot k\cdot x^2 = \frac{1}{2}\cdot 25N/m\cdot(8\cdot 10^{-2})^2 m^2 = 8\cdot 10^{-2} J$$

Para calcular el periodo utilizamos la ecuación:

$$T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{10^{-2}kg}{25N/m}} = 0{,}1256s$$

10.- Dos péndulos A y B de masas 90gr. Y 150 gr. respectivamente, cuelgan verticalmente de dos hilos de masa despreciable cuya longitud es de 0,1 m. El péndulo A se eleva hasta una posición tal que el hilo forme un ángulo de 45º con la vertical y desde allí se le suelta para que choque con el péndulo B, que está en reposo como se indica en la figura. Si en coeficiente de restitución es 0,8. ¿Qué altura alcanzará cada péndulo después del primer choque?.



Lo primero es calcular con qué velocidad llega la bola A al punto en el que choca con la bola B. Para ello utilizamos el principio de conservación de energía: $E_{M_A} = E_{M_B}$ $\quad mgh_A = \frac{1}{2} m\cdot v_B^2$ ➔ $v_B = \sqrt{2\cdot g\cdot h}$

Para esto necesitamos saber cuanto es h: $h = 0{,}1m - 0{,}1m\cdot\cos 45° = 0{,}1m - 0{,}0707m = 0{,}029m \cong 0{,}3m$

Por tanto $v_B = \sqrt{2\cdot g\cdot h} = \sqrt{2\cdot 10m/s^2\cdot 0{,}3m} = 0{,}77m/s$

Aplicando conservación del momento lineal: $m_A\cdot v_A = m_A\cdot v_A' + m_V\cdot v_B'$

y sabiendo que el coeficiente de restitución es 0,8 ➔ $0{,}8 = \frac{v_A' - v_B'}{v_A - v_B}$ ➔

$v_A' - v_B' = 0{,}8\cdot 0{,}77 = 0{,}616m/s$

➔ $v_A' = 0{,}616 + v_B'$; si sustituimos en la ecuación de conservación del momento lineal:

$m_A\cdot v_A = m_A(0{,}616 + v_B') + m_B\cdot v_B'$ ➔ $v_B' = \frac{m_A(v_A - 0{,}616)}{m_A + m_B} = 0{,}52m/s$ ➔

$v_A' = 0{,}52 - 0{,}616 = -0{,}096m/s$

Para calcular la altura que alcanza cada bola después del choque, utilizamos la ecuación que hemos deducido antes : $v = \sqrt{2\cdot g\cdot h}$ ➔ $h = \frac{v^2}{2g}$

$$h_A = \frac{(v_A')^2}{2g} = \frac{(-0{,}096 m/s)^2}{2\cdot 10 m/s^2} = 4{,}7\cdot 10^{-4} m \quad \text{y} \quad h_B = \frac{(v_B')^2}{2g} = \frac{(0{,}52 m/s)^2}{2\cdot 10 m/s^2} = 1{,}4\cdot 10^{-2} m$$

11.- Un motor de 16 C.V. eleva un montacargas de 500 kg a 50 m de altura en 25 seg. Calcúlese la potencia desarrollada y el rendimiento del motor.

El trabajo realizado por el motor es: $W = F\cdot S = P\cdot H = m\cdot g\cdot h = 500kg\cdot 10m/s^2\cdot 50m = 2{,}5\cdot 10^5 J$

La potencia del motor es: $P = \frac{W}{t} = \frac{2{,}5\cdot 10^5 J}{25s} = 10000W$

Como nos dice el enunciado que el motor es de 16 CV, eso quiere decir que $P = 16C.V. = 16C.V.\frac{735{,}75W}{C.V.} = 11772W$

El rendimiento de una maquina, en este caso un motor, es la potencia real dividida por la potencia teórica:

$$\boxed{R = \frac{P_{Real}}{P_{Teórica}} = \frac{10000W}{11772W}\cdot 100 = 84{,}94\%}$$

12.- Un fusil dispara proyectiles de masa 1gr con una velocidad de salida de 400 m/s. La fuerza variable con la que los gases procedentes de la explosión de la carga de proyección actúan sobre la base del proyectil viene dada por: $F = 320 - 640x$ ***, donde F viene dada en N y x en metros. Deducir la longitud del cañón del fusil.***

El la boca del cañón del fusil la energía cinética de la bala es:

$$E_c = \frac{1}{2}m\cdot v^2 = 0{,}5\cdot 0{,}001\cdot (400m/s)^2 = 80J$$

Aplicando el teorema de las fuerzas vivas, de acuerdo con el cual esta energía procede del trabajo realizado por los gases emitidos al explotar la bala dentro del fusil:

$$W = \int F\cdot dx = \int (320 - 640x)dx = E_c = 80J$$

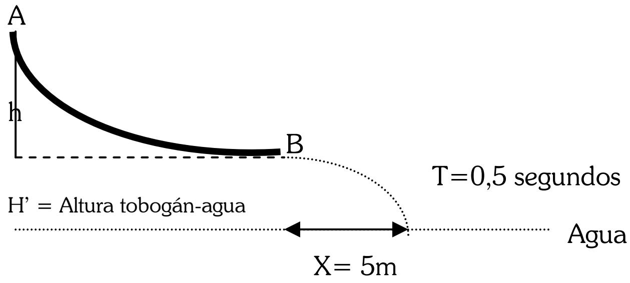
De donde: $320x - 320x^2 = 80$ ➔ $320x - 320x^2 - 80 = 0$ ➔ $4x^2 - 4x + 1 = 0$ y resolviendo:

$(2x-1)^2 = 0$ ➔ $x = \frac{1}{2} = 0{,}5m$

Por tanto la longitud del cañón es 50 cm.

13.- Un tobogán para bañistas ha sido diseñado para que una persona que inicialmente se encuentra en reposo colocada en la parte más alta, al dejarse caer abandone el extremo inferior del tobogán volando horizontalmente. Observamos que una persona golpea el agua 5 m por delante del extremo del tobogán, cuando han transcurrido 0,5 segundos desde que lo abandonó. A) Analice las variaciones de energía durante el descenso del bañista. ¿Qué altura tiene el tobogán?. B) ¿Con qué velocidad llega al agua?

Departamento de Física y Química
I.E.E.S. Juan Ramón Jiménez



Tomando como origen de la energía potencial el punto más bajo del tobogán, punto B. Tenemos que en lo alto, punto A, solo hay energía potencial, y en el punto más bajo solo hay energía cinética, de esta forma:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Y despejando h, obtenemos la altura del tobogán:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Para conocer h nos falta el dato de la velocidad del bañista en el punto de abandonar el tobogán.

Para calcularla tomamos ésta velocidad como la velocidad inicial del segundo movimiento. Como dice que lo abandona horizontalmente, esta velocidad será la v_x del nuevo movimiento que además es siempre constante.
Por tanto, como dice que recorre 5 metros en 0,5 segundos:

$$v_x = \frac{s}{t} = \frac{5}{0.5} = 10\ m \cdot s^{-1}$$

Por tanto si despejamos h de la ecuación:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Tenemos:

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{100 m^2 \cdot s^{-2}}{2 \cdot 9,91 m \cdot s^{-2}} = 5,1\ metros$$

En el eje y, tenemos un movimiento de caída libre, de forma que:

$$v_y = v_0 + g \cdot t = 9,81t = 4,905\ m \cdot s^{-1}$$

$$h = h_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2 = 5,1 + \frac{9,81}{8} = 6,326\ metros$$

Para calcular la velocidad con la que impacta en el agua, hacemos la suma vectorial de la velocidad y calculamos su módulo:

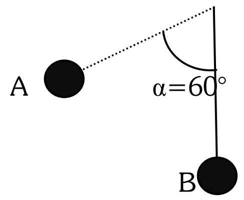
$$v = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} = 10\hat{i} + 4,905\hat{j}$$

Y su módulo vale:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{10^2 + 4,905^2} = 11,14\ m \cdot s^{-1}$$

Departamento de Física y Química
I.E.E.S. Juan Ramón Jiménez

14.- Un péndulo inextensible de longitud l=0,5 m lleva en su extremo una masa puntual m que es separada de su posición de equilibrio hasta formar un ángulo de 60° con la vertical, se abandona libremente. Cuando pasa por la vertical (punto O) la masa se desprende quedando solo bajo la acción de la gravedad. Si desde el suelo al punto donde está enganchado el péndulo hay una altura de 2 metros, calcular:
a) La velocidad en O, b) La ecuación de la trayectoria de la masa después de roto el hilo y el tiempo que tarda en llegar al suelo.



Si tomamos como origen de potenciales el punto más bajo del péndulo, tenemos que $h = l(1-\cos\theta)$, por tanto la energía en el punto más alto es igual a la energía en el punto más bajo. En el punto A, tenemos:

$$E_{Ma} = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot l(1-\cos\theta)$$

En el punto B:

$$E_{Mb} = \frac{1}{2} m v^2$$

Mediante el principio de conservación de la energía:

$$E_{Ma} = E_{Mb} \Rightarrow m \cdot h \cdot l(1-\cos\theta) = \frac{1}{2} m v^2$$

De donde despejando v nos da:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot l(1-\cos\theta)} = \sqrt{5}\ m \cdot s^{-1}$$

En el momento que se rompe la cuerda, la bola tiene un movimiento horizontal MRU y uno vertical MRUA, en los que:

Eje X: MRU

$$v = cte = \sqrt{5} m \cdot s^{-1}$$
$$x = v \cdot t = \sqrt{5} \cdot t$$

Eje Y: MRUA

$$v = v_o + g \cdot t = gt$$
$$y = y_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = 5 \cdot t^2$$

Si despejamos t de x:

$$t = \frac{x}{\sqrt{5}}$$

Y lo introducimos en y:

$$y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} g \cdot \frac{x^2}{5} = \frac{g \cdot x^2}{10} = \frac{10 \cdot x^2}{10} = x^2$$

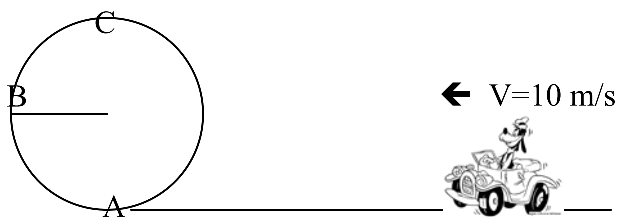
Donde hemos tomado $g \approx 10 m \cdot seg^{-2}$

Para calcular el tiempo que tarda en llegar al suelo, basta con despejar t de la ecuación de y:

$$y = 5 \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{y}{5}} = \sqrt{\frac{1,5}{5}} = 0,547\ s$$

Departamento de Física y Química
I.E.S. Juan Ramón Jiménez

15.- Un carro de 1 T avanza horizontalmente y sin rozamiento sobre un carril con una velocidad inicial de 10m/s en el punto A. A continuación entra en un lazo vertical de 5 m de radio. Calcular: a) La fuerza que ejerce el carril al pasar por B. b) La velocidad inicial mínima en A para que el carro alcance el punto C sin despegarse del carril.



a) Aplicando el principio de conservación de la Energía mecánica:

<u>En el punto A:</u>

$$E_{MA} = \frac{1}{2} m \cdot v_A^2$$

<u>En el punto B:</u>

$$E_{MB} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 + mgh_B$$

Igualando, nos queda:

$$\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 + mgh_B$$

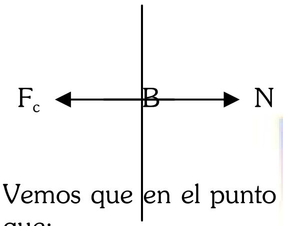
Operando llegamos a:

$$v_A^2 = v_B^2 + 2gh_B$$

De donde despejando V_B:

$$v_B = \sqrt{v_A^2 - 2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{100 - 2 \cdot 9{,}81 \cdot 5} = \sqrt{100 - 98{,}1} = 1{,}4 \ m \cdot s^{-1}$$

Para calcular la fuerza que ejerce el carril al pasar por B, dibujamos en esquema de fuerzas:



Vemos que en el punto B, la fuerza centrípeta ha de ser igual a la normal que ejerce el carril, así que:

$$\vec{F}_c = \vec{N}$$

Como $F_c = m \cdot a_n = m \cdot \frac{v_B^2}{R}$, entonces la fuerza normal será; $N = m \cdot \frac{v_B^2}{R}$ de donde obtenemos:

$$N = m \cdot \frac{v_B^2}{R} = \frac{1000 kg \cdot \left(1{,}4 m \cdot s^{-1}\right)^2}{5} = 275{,}7 \ N$$

b) Para calcular la velocidad inicial mínima en A para que el carro alcance el punto C sin despegarse del carril, tenemos que hacer que en C, la fuerza normal sea cero, y para ello se tiene que cumplir que V_C=0.

Si $N = m \cdot \frac{v_C^2}{R} = 0 \Rightarrow v_C = 0$

Por tanto aplicando otra vez el principio de la conservación de energía, la energía mecánica en A y en C ha de ser la misma:

<u>En el punto A:</u>

$$E_{MA} = \frac{1}{2} m v_A^2$$

<u>En el punto C:</u>

$$E_{MC} = m \cdot g \cdot h_C$$

Departamento de Física y Química
I.E.E.S. Juan Ramón Jiménez

Por tanto, igualando ambas expresiones, obtenemos:

$$\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = m \cdot g \cdot h_C$$

Y despejando v_A:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_C} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 10} = 14 \ m \cdot s^{-1}$$