FÍSICA Y QUÍMICA

1º Bachillerato

I. FÍSICA

Dinámica

II. QUÍMICA

Prof. Jorge Rojo Carrascosa

Índice general

Capítulo 1

DINÁMICA

La Dinámica es una rama de la Física que estudia las acciones que se ejercen sobre los cuerpos y la manera en que estas acciones influyen sobre el movimiento de los mismos. Los cuerpos modifican su velocidad, esto es, sufren aceleraciones, como consecuencia de ejercerse sobre él una fuerza. Por tanto, si sobre un cuerpo se ejerce una fuerza éste modifica su velocidad aumentándola o disminuyéndola.

Recordemos que los sistemas de referencia inerciales son aquellos que se mueven con velocidad constante unos respecto a otros, de ahí que el *principio de inercia de Galileo* exprese que no es posible, de manera absoluta, distinguir entre reposo y movimiento rectilineo uniforme, ya que lo que para un sistema de referencia inercial esta en reposo, para otro sistema de referencia inercial esta en movimiento rectilineo uniforme. Expresado de otra manera, en ausencia de fuerzas, el movimiento de los cuerpos es rectilineo y uniforme.

A partir de las ideas de Galileo, **Newton** enunció los tres principios que llevan su nombre y que rigen el comportamiento dinámico de cualquier cuerpo. El concepto de **Fuerza** es consecuencia de la interacción entre distintos cuerpos y mide la intensidad de esta interacción. Las interacciones pueden producirse por contacto o a distancia, como ocurre con los imanes o con la interacción gravitacional.

1.1. LEYES DE NEWTON

Isaac Newton (s. XVII) está considerado como uno de los científicos más importantes de la historia. Sus estudios sobre la dinámica física unificaron la mecánica celeste y la terrestre, sentando las bases de la mecánica clásica. Pero sus contribuciones a las ciencias fueron muy amplias, investigó la naturaleza de la luz, distintos fenómenos ópticos e incluso, fue partícipe del nacimiento del cálculo diferencial e integral.

1.1.1. PRIMER PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilineo y uniforme si no influye ninguna fuerza sobre él. Los sistemas de referencia desde los cuales se ven así las cosas se llaman inerciales. Otra forma de enunciar la primera ley de Newton podría ser: *Una partícula libre (aquellas que no sufren inguna interacción) se mueve siempre con velocidad constante o sin aceleración.*

Dado que de modo directo no se puede constatar esta ley, se utiliza la demostración inversa, esto es, un cuerpo abandona el reposo o el MRU es porque hay una fuerza que le induce a ello. Así, una bola impulsada sobre una superficie pulida tarda más en pararse que sobre una superficie rugosa, de esta forma el concepto de fuerza comienza a relacionarse con la velocidad.

Se define el **momento lineal** como una magnitud vectorial que tiene la misma dirección que la velocidad y cuya expresión matemática es:

$$\vec{p} = m\vec{v} \qquad \Longrightarrow \qquad [p] = kg \cdot \frac{m}{s}$$

El uso del momento lineal permite enunciar la primera ley de Newton como *Una particula libre siempre se mueve con momento lineal constante.*

Cualquier observador inercial se da cuenta inmediatamente que la interacción de dos particulas libres provoca un cambio en sus velocidades individuales y en sus trayectorias, pero que independientemente del momento en que realizemos la observación siempre se encuentra que el conjunto del momento lineal de las dos partículas se conserva,

$$\boxed{\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{despues}}$$

De esta forma podemos enunciar **el principio de conservación del momento lineal**, *El momento lineal total de un sistema compuesto por partículas sujetas unicamente a interacciones mutuas permanece constante.*

1.1.2. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

Puesto que el movimiento de una partícula se relaciona dificilmente con el cambio de momento lineal, se crea el concepto de Fuerza. La fuerza, fisicamente, se considera le expresión de una interacción. Definida como,

$$\boxed{\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}}$$

Si la partícula es libre, $\vec{p} = 0$ y $\vec{F} = 0$. La aplicación de una fuerza sobre un cuerpo genera una aceleración, y puesto que la aceleración es una magnitud vectorial, la fuerza también es una magnitud vectorial con la misma dirección que el vector aceleración. Por tanto, las fuerzas además de tener un valor númerico, esto es, un módulo, también se ejercen según una dirección y en un sentido, de ahí que las fuerzas se representen con un vector.

La unidad en el sistema internacional que mide la fuerza es en Newton (N), $N = kg \cdot \frac{m}{s^2}$.

La rapidez con la que varía el momento lineal de un cuerpo es una medida de la fuerza que actúa sobre él. Se define el **impulso mecánico** como el producto de la fuerza por el tiempo que actúa la fuerza sobre el sistema, entonces, podemos definir al impulso como la variación del momento lineal,

$$\vec{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\vec{F}\Delta t = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1}$$

El impulso mecánico es una magnitud vectorial de igual dirección y sentido que la fuerza aplicada; en el SI de unidades la unidad del impulso mecánico es $N \cdot s$.

1.1.3. TERCER PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

Denominado principio de acción y reacción enuncia que *cuando dos cuerpos interaccionan, se ejercen mutuamente fuerzas iguales y de sentidos opuestos*. Matematicamente podemos dividir entre Δt la expresión que relaciona el cambio de momento lineal en el sistema de dos partículas y hacemos el límite funcional (la derivada), tenemos,

$$\Delta\vec{p}_1 = -\Delta\vec{p}_2 \quad ; \quad \frac{\Delta\vec{p}_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta\vec{p}_2}{\Delta t} \rightarrow \frac{d\vec{p}_1}{dt} = -\frac{d\vec{p}_2}{dt} \rightarrow \vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Donde $\vec{F}_1$ es la fuerza sobre la partícula 1 debido a su interacción con la partícula 2 y $\vec{F}_2$ es la fuerza sobre la partícula 2 debido a su interacción con la partícula 1. Si $m_2 >> m_1$ tenemos que la relación entre sus velocidades será $v_2 << v_1$ y podemos suponer que la la partícula 2 permanece en reposo en un sistema de referencia inercial y se habla del momiento de la partícula 1 bajo la acción de la fuerza 2, siendo ésta función de la velocidad y de m_1 solamente. Este hecho se da por ejemplo en el movimiento de los electrones alrededor del núcleo.

1.2. TIPOS DE FUERZAS

1.2.1. PESO

En las próximidades de la superficie terrestre todos los cuerpos caen con la misma aceleración, la gravedad. Por tanto, de acuerdo con la segunda ley de Newton, sobre ellos se ejerce una fuerza. Esta fuerza es la que conocemos como **Peso**, es decir, la fuerza con que la tierra atrae a los cuerpos.

$$\boxed{P = mg}$$

El peso es una magnitud vectorial con dirección vertical y sentido hacía el centro de la tierra, varía según varía el valor de g, se mide con un dinamómetro. La masa, sin embargo, es una magnitud escalar y no varía aunque cambie su estado de agragación o la temperatura, es una propiedad de los cuerpos.

1.2.2. NORMAL

Es una fuerza que aparece como consecuencia del tercer principio de Newton, es una fuerza de contacto entre cuerpos que interaccionan, ejerciencose entre sí fuerzas iguales pero de sentidos opuestos. Es siempre perpendicular a la superficie de contacto y dirigida hacía el cuerpo que ejerce la fuerza principal. Por ejemplo, un bloque de cemento ejerce su peso sobre el suelo, entonces el suelo ejerce una fuerza de reacción denominada **Normal** de igual valor al que ejerce el bloque sobre el suelo, pero de sentido contrario y que equilibran el conjunto.

$$\boxed{N = P = mg}$$

1.2.3. FUERZA de ROZAMIENTO

Estas se oponen al movimiento (tanto por deslizamiento como por rodamiento) de un cuerpo sobre otro. Experimentalmente se comprueba que es directamente proporcional a la fuerza Normal, siendo su constante de proporcionalidad el coeficiente de rozamiento, μ. (Este coeficiente depende de la naturaleza del material de contacto y de su grado de rugosidad)

$$\boxed{F_r = \mu N = \mu mg}$$

Existen dos coeficientes de rozamiento, el estático y el dinámico, μ_e y μ_c, respectivamente. Como $\mu_e > \mu_c$ significa que la fuerza necesaria para iniciar el movimiento de un cuerpo es mayor que la necesaria para mantenerlo en movimiento.

1.2.4. FUERZA CENTRÍPETA

Esta fuerza es la responsable del movimiento circular uniforme. La aceleración que tiene lugar en un movimiento circular uniforme es la aceleración normal o centrípeta y es consecuencia del cambio de dirección del vector velocidad.

$$\boxed{F_c = ma_c = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R}$$

Siendo R el radio de la circunferencia, v la velocidad lineal y ω la velocidad angular. Si tuvieramos un MCUA, el módulo de la fuerza centrípeta no sería constante por que cambia el valor del módulo de la velocidad.

1.2.5. FUERZA ELÁSTICA

Este tipo de fuerzas hacen referencia a las fuerzas que tienen lugar cuando deformamos un material elástico, por ejemplo una pelota de goma o como utilizaremos más habitualmente, un muelle. Así, por acción de una fuerza, el muelle o experimenta un alargamiento o una compresión hasta que cesa la fuerza.

Según aumenta el alargamiento o la compresión hay que efectuar más fuerza, por tanto, la fuerza es proporcional al desplazamiento producido sobre el muelle. Según la Ley de Hooke: La deformación de un muelle elástico es proporcional a la fuerza deformadora,

$$\boxed{F = -k\Delta x}$$

siendo k, la constante del muelle (depende del material elástico) y Δx la deformación producida sobre el muelle.

1.2.5.1. OSCILADOR ARMÓNICO

Un movimiento armónico simple, MAS, es un movimiento producido por una fuerza variable proporcional y de sentido contrario al desplazamiento. Por tanto, el MAS, es un movimiento producido por una fuerza recuperadora.

Por ejemplo, cuando un muelle, en posición vertical y en equilibrio, soporta una masa y áctua sobre él una fuerza que aleja al sistema del equilibrio, se produce una fuerza recuperadora en sentido contrario de modo que, cuando deje de actuar esa fuerza desequilibrante, sólo actuará esa fuerza restauradora sobre el conjunto.

Aplicando la segunda Ley de Newton sobre el sistema anterior, en el que la única fuerza responsable del movimiento es la de la Ley de Hooke, y teniendo en cuenta las variables cinemáticas del oscilador armónico simple, podemos encontrar el periodo de las oscilaciones del muelle.

$$\Sigma F = ma \;\Rightarrow\; -kx = ma = -m\omega^2 x \;\Rightarrow\; k = m\omega^2$$

ya que $\omega = \frac{2\pi}{T}$,

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$$

Analizando la expresión, observamos que el periodo de las oscilaciones será mayor cuanto mayor es la masa del cuerpo, es decir, tomarámás tiempo en realizar una oscilación.

1.2.6. FUERZA GRAVITATORIA

Es la más débil de las cuatro interacciones fundamentales (interacción nuclear fuerte, interacción electromagnética y la interacción nuclear débil) pero es la responsable de la estructura del universo. Es una interacción que se produce entre cuerpos con masa, es siempre atractiva y tiene un alcance ilimitado.

Las observaciones realizadas sobre el sistema solar y el universo por científicos de la talla de Copernico, Galileo, Ticho Brahe o Johannes Kepler condujeron a Isaac Newton a enunciar la **ley de gravitación universal**: *Dos cuerpos cualesquiera del universo se atraen mutuamente con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que les separa de sus centros.*

$$\boxed{F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}}$$

siendo $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ la constante de gravitación universal.

Si consideramos la tierra y puesto que el peso de un cuerpo es la fuerza con que la tierra atrae a los cuerpos, podemos hallar el valor de la gravedad considerando $m_1 = M_T,\ m_2 = m$ y $d = R_T$, quedándonos,

$$\boxed{F = G\frac{M_T m}{R_T^2} = G\frac{M_T}{R_T^2}m} = mg$$

Así pues,

$$\boxed{g = G\frac{M_T}{R_T^2}}$$

Los satelites artificiales se encuentran a una altura bastante considerable del centro de la tierra, por tanto, la aceleración de la gravedad no tiene el mismo valor que en la superficie terrestre. Además, estos satelites se encuentran en órbita circular sobre la tierra y la fuerza gravitatoria debe equilibrarse con otra fuerza responsable de que éstos no caigan hacía la tierra, la fuerza centrípeta.

Como problema deductivo os dejo que calculéis la gravedad a la que está sometido un satélite artificial a 100 km de distancia de la superficie terrestre.

1.3. APLICACIONES

En el estudio dinámico de cualquier sistema físico hay que determinar las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo. Hay que tener claro que sobre un cuerpo se ejercen fuerzas mediante contacto físico con él (empujándolo, tirando con una cuerda,...) o a distancia (fuerza gravitatoria, fuerza eléctrica, ...) y una vez que deja de existir la fuerza, cesa la acción.

Si sobre un cuerpo actúan más de una fuerza, al ser éstas magnitudes vectoriales, deben sumarse, y el conjunto de ellas provocará un cambio de velocidad (o no) en el cuerpo. Esto es,

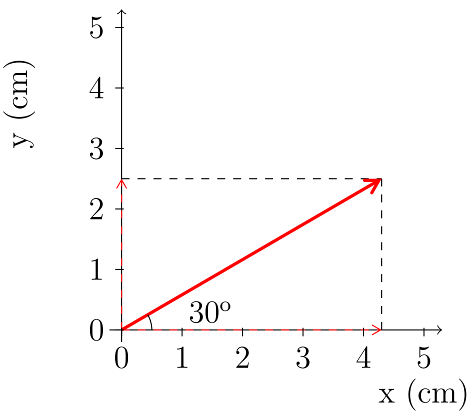
$$\sum F = m\vec{a}$$

La suma se debe de realizar sobre cada uno de los ejes cartesianos puesto que las fuerzas deben descomponerse en los ejes utilizando los ángulos que formen con ellos. Por ejemplo,

1.3.1. FUERZA EJERCIENDO UN ÁNGULO

Se tiene una fuerza de 25 N formando un ángulo de 30º con la horizontal. Dibuja el vector correspondiente y sus componentes. Analíticamente da el resultado numérico de cada componente.

Este ejercicio permite aprender a realizar la descomposición de fuerzas, primero dibujamos la fuerza y posteriormente la descomponemos en sus dos componentes, la del eje x y la del eje y.



Recordando las funciones trigonométricas, hallamos las componentes x e y de la fuerza,

$$F_x = F \cdot \cos 30 = 21,6\ N$$

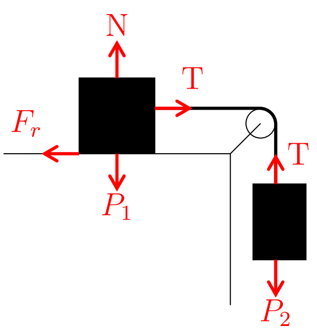
$$F_y = F \cdot \sin 30 = 12,5\ N$$

1.3.2. FUERZAS EN SISTEMAS

Dibuja el diagrama de fuerzas, incluyendo la fuerza de rozamiento y realizando la descomposición de aquellas fuerzas que lo requieran. *NOTA: Como ejercicio voluntario, intentar dar el valor de la aceleración de cada sistema.*

En ambos casos tendríamos el peso (siempre vertical), la fuerza de rozamiento (opuesta al movimiento) y la normal (perpendicular a la superficie de contacto). Particularmente, en el caso **a** aparece la tensión (cuyo sentido es del bloque a la cuerda) y en el **b** hay que tener en cuenta la rotación de los ejes cartesianos, esto provoca que el peso no quede sobre el eje de ordenadas y por tanto tengamos que descomponerla en el eje x e y.

Para hallar el valor de la aceleración partimos en ambos casos de la segunda ley de Newton $\Sigma F = m \cdot a$.



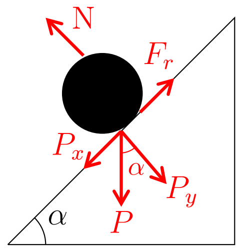
$$Primer\ cuerpo \Rightarrow T - F_r = m_1 a$$

$$Segundo\ cuerpo \Rightarrow P_2 - T = m_2 a$$

Al estar ambos cuerpos unidos por una cuerda tienen la misma aceleración, la polea no tiene masa y, por tanto, las tensiones son iguales pero de sentido contrario.

$$P_2 - m_1 a - F_r = m_2 a$$

$$\boxed{a = \frac{m_2 g - F_r}{m_1 + m_2}}$$



En este segundo sistema tenemos una esfera deslizando por un plano inclinado. A la hora de resolver el sistema, los ejes se colocan rotados de igual forma qye el ángulo del plano inclinado, así, el eje de abcisas queda paralelo al plano de rodadura.

Como vemos en el dibujo, todas las fuerzas implicadas en el sistema se encuentran paralelas a alguno de los ejes cartesianos excepto el peso (que siempre es vertical). Entonces, al aplicar la segunda ley de Newton, el peso se debe descomponer en los nuevos ejes, quedando

$$Eje\ x \Rightarrow P_x - F_r = ma_x$$

$$Eje\ y \Rightarrow P_y - N = ma_y \rightarrow N = P_y = mg\cos\alpha$$

Quedando la aceleración restringida al eje x ($a_y = 0$) y sabiendo que $F_r = \mu N$, nos queda

$$mg\sin\alpha - F_r = ma$$

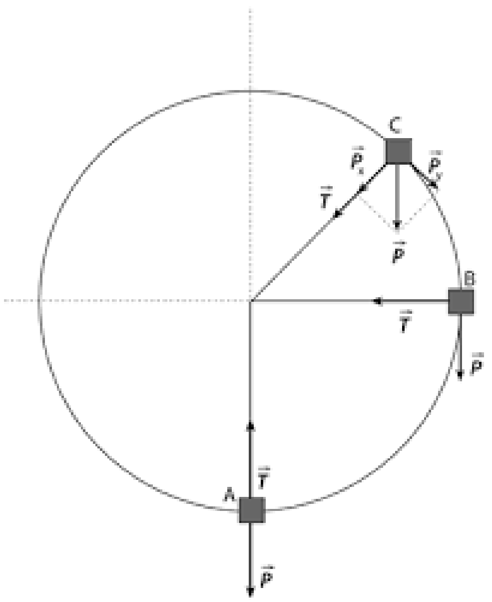
$$\boxed{a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

1.3.3. MOVIMIENTOS CIRCULARES VERTICALES

En los movimientos circulares donde una piedra esta atada a una cuerda sólo tenemos dos fuerzas para descomponer en los ejes cartesianos, son el peso, P, que apunta siempre verticalmente al suelo y hacia abajo y la tensión de la cuerda, T, que apunta siempre hacia el centro de la trayectoria. Tomamos como ejes:

- El X, tangente a la trayectoria (dirección de la velocidad)
- El Y, en dirección perpendicular a la tangente. Es decir según dirección del radio de la circunferencia.

Descomponemos el peso y la tensión según los ejes considerados y aplicamos el segundo principio de la dinámica, teniendo en cuenta que en este caso la aceleración no es la tangencial sino que estamos con la aceleración normal.



1.3.4. EL PÉNDULO

En un péndulo la única fuerza que actúa es el peso. Si descomponemos el peso en sus componentes tangencial y normal, la componente tangencial es la que dará lugar a la aceleración del movimiento ya que la normal se verá contrarestada por la tensión del hilo. Si además nos movemos en el dominio paraxial, ángulos muy pequeños, podemos tomar que el $\sin\theta = \theta$ y tener entonces, un movimiento armónico simple.

$$\Sigma F = ma \;\Rightarrow\; -mg\theta = -m\omega^2 x \;\Rightarrow\; \boxed{\omega^2 = \frac{g}{l}}$$

Teniendo en cuenta la realción entre la pulsación y el periódo, $\omega = \frac{2\pi}{T}$, el periódo de oscilación de un péndulo es,

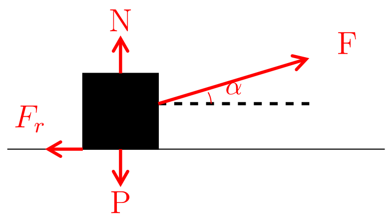
$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}}$$

1.4. PROBLEMAS PROPUESTOS

1. Un bloque de 5 kg de masa se mueve con una aceleración de 2,5 m/s^2 por una mesa horizontal bajo la acción de una fuerza de 20 N que forma un ángulo de 30º con la horizontal. Averigua:

   a) La fuerza de rozamiento entre el cuerpo y el plano.

   b) Sabiendo que la fuerza de rozamiento es $F_r = \mu N$, siendo μ el coeficiente de rozamiento y N la normal. Halla el coeficiente de rozamiento.



   a) Una vez dibujado el sistema podemos ver más claramente cuál es la resultante de las fuerzas y poder aplicar la segunda ley de Newton. Como vemos, tenemos una fuerza que forma un ángulo con la horizontal de 30º, esto provoca que tengamos que descomponer la fuerza en los ejes x e y.

$$F_x = F \cdot \cos\alpha = F \cdot \cos 30 = 17,32\ N$$
$$F_y = F \cdot \sin\alpha = F \cdot \sin 30 = 10\ N$$

   El enunciado nos dice que el bloque se mueve sobre la mesa, esto es, sobre el eje Ox, por tanto, no existe aceleración en el eje y. Sólo tenemos movimiento sobre el eje x, aplicando la segunda ley de Newton,

$$\Sigma F = ma \Longrightarrow F\cos\alpha - F_r = ma$$
$$F_r = F\cos\alpha - ma = 20 \cdot \cos 30^{o} - 5 \cdot 2,5 = 4,8\ N$$

   b) Para hallar este apartado tenemos que ver cuanto vale la normal, por tanto tenemos que plantear la segunda ley de Newton sobre el eje y,

$$\Sigma F = ma \Longrightarrow F\sin\alpha + N - P = ma \overset{a=0}{\Longrightarrow} N = P - F\sin\alpha$$

   Siendo el valor del coeficiente de rozamiento,

$$F_r = \mu N = \mu(P - F\sin\alpha) \Rightarrow \mu = \frac{F_r}{P - F\sin\alpha} = \frac{4,8}{50 - 20\sin 30} = 0,12$$

2. Se tiene una polea simple de la que cuelgan dos bloques de masas 1 kg y 2 kg. DATO: g= 10 m/s^2.

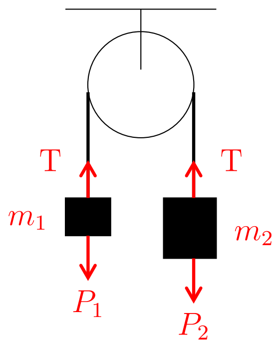
   a) Dibuja un esquema de la situación en el que aparezcan las fuerza implicadas.

   b) Calcula el valor de la aceleración del sistema.

   c) Si el bloque de 2 kg se encuentra suspendido inicialmente a 4 metros del suelo, ¿Cuánto tiempo tardará en alcanzar el suelo desde su posición inicial?

   d) ¿Cúal será la velocidad de ese bloque en el instante en que llega al suelo?

   a) Dibujamos nuestro sistema físico y ponemos las fuerzas que aparecen en el sistema.



   b) Aplicando a las dos masas la 2ª ley de Newton

$$T - P_1 = m_1 a$$

$$P_2 - T = m_2 a$$

Tenemos 2 ecuaciones con 2 incognitas (T, a), resolviendo el sistema

$$P_2 - P_1 = (m_1 + m_2)a \Longrightarrow a = \frac{P_2 - P_1}{(m_1 + m_2)} = 3,3\ m/s^2$$

   c) Como ya sabemos la aceleración que tiene el sistema, para hallar el tiempo que tarda en llegar al suelo tenemos que aplicar una expresión matemática correspondiente a un M.R.U.A.

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

Tomando el $s_0 = 0\ m$ y $v_0 = 0\ m/s$, nos queda,

$$4 = \frac{1}{2} \cdot 3,1 \cdot t^2 \longrightarrow t = \sqrt{\frac{8}{3,3}} = 1,5\ s$$

d) Igual que antes debes utilizar las expresiones de un M.R.U.A., tomando $v_0 = 0\ m/s$,la velocidad en el instante que llega al suelo es,

$$v = v_0 + at \Longrightarrow v = 3,3 \cdot 1,5 = 4,95\ m/s$$

3. Un piloto acrobático sigue una trayectoria circular de radio 2000 m en un plano vertical con velocidad de 540 kmh^{-1}. Su masa es de 70 kg y lleva una báscula en el asiento.

   a) ¿Qué marca la báscula en el punto más alto y más bajo de la trayectoria?
   b) ¿Con qué velocidad ha de pasar por el punto más alto para que la báscula marque cero?

   a) En este problema hay que tener en cuenta que la fuerza centrípeta es el resultado de la suma de todas las fuerzas que existen en cada instante y que la normal, es la medida de la báscula. Así pues, en el punto más alto,

$$F_c = N + P\ \Rightarrow\ N = \frac{mv^2}{R} - mg = 101,5\ N$$

   Y en el punto más bajo se tiene

$$F_c = N - P\ \Rightarrow\ N = \frac{mv^2}{R} + mg = 1473,5\ N$$

   b) En este caso, la normal debe ser cero. Es decir,

$$F_c = P\ \Rightarrow\ \frac{mv^2}{R} = mg\ \Rightarrow\ v = 140\ ms^{-1}$$

4. La masa de la Luna es 1/81 de la masa de la Tierra y su radio es 1/4 del radio de la Tierra. Calcula lo que pesará en la superficie de la Luna una persona que tiene una masa de 70 kg. Dato: g=9,8 ms^{-2}

   Aplicando la definición de la Ley de Gravitación Universal y teniendo en cuenta las relaciones entre la luna y la Tierra,

$$P_L = G\,\frac{m_L m_h}{R_L^2} = G\,\frac{\left(\frac{m_T}{81}\right) m_h}{\left(\frac{R_T}{4}\right)^2} = \frac{16}{81}\,G\,\frac{m_T m_h}{R_T^2} = \frac{16}{81}\,g_{0,T}\,m_h$$

$$\boxed{P_L = 135,5\ N}$$

5. Una masa de 5 kg se cuelga del extremo de un muelle elástico vertical, cuyo extremo esta fijo al techo. La masa comienza a vibrar con un periodo de 2 segundos. Hallar la constante elástica del muelle.

   A partir del periódo de oscilación de un muelle y con los datos del enunciado, podemos despejar directamente la constante elástica del muelle.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \;\Rightarrow\; k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 49,3\;\frac{N}{m}$$