Movimiento en una dimensión

1 Mida su propio pulso (número de latidos del corazón por minuto). El pulso típico de un adulto está entre 60 y 80 pulsaciones por minuto. (a) ¿Cuántas veces late el corazón de un conductor que circula a 100 km/h en un trayecto de 1 km? (b) ¿Cuántos latidos ocurren durante toda tu vida? (Suponer una vida media de 95 años)

Supongamos un pulso medio de p_{card}=70 pulsaciones/min para un adulto sentado.

(a) El número de latidos del conductor será en un tiempo t:

$$n_{latidos} = p_{card} t = \left(70 \frac{latidos}{\min}\right)\left(\frac{1}{100}\frac{km}{km/h}\frac{60\min}{h}\right) = 42 \text{latidos}$$

(b) El número de latidos totales:

$$n_{latidos} = p_{card} t = \left(70 \frac{latidos}{\min}\right)\left(95 años \frac{365 dias}{año}\frac{24h}{dia}\frac{60\min}{h}\right) \approx 3.5\times10^{9} \text{ latidos}$$

2 Cuando se resuelven problemas relacionados con la caída libre en la atmósfera de la Tierra, es importante recordar que siempre se da la resistencia del aire. Por lo tanto si para simplificar suponemos que los objetos caen con aceleración constante, podemos obtener resultados erróneos en varios órdenes de magnitud. ¿Qué criterio podemos aplicar para suponer que un objeto cae con aceleración (prácticamente) constante? Cuando un cuerpo cae, partiendo del reposo, a través del aire, a medida que su velocidad aumenta, su aceleración disminuye. La velocidad se aproxima, aunque nunca la alcanza, a la velocidad terminal o límite, que depende de la masa y del área transversal del objeto. A la velocidad terminal la fuerza de la gravedad y la fuerza ejercida por la resistencia del aire se igualan. Para un paracaidista, una estimación razonable de la velocidad terminal es de unos 50 m/s. Si el paracaidista lleva la mitad de esta velocidad, su aceleración es 3g/4. (a) Tomemos la mitad de la velocidad límite como un límite superior por encima del cual no podemos usar las fórmulas de la aceleración constante para calcular la velocidad y el desplazamiento. ¿Cuánto debe caer el paracaidista para que podamos utilizar la aproximación de aceleración constante? (b) Repita el análisis para un ratón que tiene una velocidad terminal de 1 m/s.

(a) $h = \dfrac{\left({v_{\lim}}/{2}\right)^2}{2g} = \dfrac{25^2}{2\times9.81} \approx 32\text{m}$

(b) $h = \dfrac{\left({v_{\lim}}/{2}\right)^2}{2g} = \dfrac{0.5^2}{2\times9.81} \approx 13\text{mm}$

3 Ocasionalmente tenemos noticia de personas que sobreviven a caídas desde grandes alturas cuando la superficie sobre la que caen es blanda. Durante una escalada por la vía norte

del Eiger (montaña de los Alpes suizos), una fijación del montañero Carlos Ragone cedió y precipitó al escalador a una caída de 150 m sobre la nieve. Sorprendentemente sufrió únicamente unas pocas magulladuras y un tirón en el hombro. (a) ¿Qué velocidad final tenía antes del choque con la nieve? (Despreciar la resistencia del aire). (b) Suponiendo que su impacto dejó un agujero de 1.22 m en la nieve, estimar la aceleración a la que estuvo sometido durante el frenado. (Se supone que la aceleración fue constante.) Expresarla como múltiplo de la aceleración de caída libre en la superficie de la Tierra.

(a) La velocidad de caída libre justo antes de llegar al suelo es de $v=\sqrt{2gh}=\sqrt{2\left(9.81\mathrm{m/s^2}\right)\left(150\mathrm{m}\right)}=54.2\mathrm{m/s}$

Nótese que la velocidad terminal de un hombre medio es de 720 m/s, lo que significa un error del 20%.

(b) Aunque la aceleración a través de la nieve no es constante, se puede estimar la aceleración media como:

$$a\approx\frac{v^2-v_o^2}{2d}=\frac{0-\left(54.2\mathrm{m/s}\right)^2}{2\left(1.22\mathrm{m}\right)}=-1.2\times10^3\mathrm{m/s^2}\approx-123g$$

Robert Kubica, en su brutal accidente en el GP de Canadá de F1 en 2007, sufrió un pico de 75g durante un milisegundo.

4 En los Juegos Olímpicos de Londres 2012, Usain Bolt estableció un nuevo récord olímpico en los 100m lisos con una marca de 9.63 s. Supongamos que aceleró desde el reposo a aceleración constante y que alcanzó su velocidad máxima en 3.00 s la cual mantuvo hasta llegar a la meta. ¿Cuál fue la velocidad máxima en la prueba del récord? ¿y la aceleración?

El movimiento se compone de un MRUA y un MRU:

$$\begin{cases} D=d_{\le 3s}+d_{>3s} \\ d_{\le 3s}=\frac{1}{2}a\left(t_{3s}\right)^2=\frac{v_{\max}^2}{4d_{\le 3s}}\left(t_{3s}\right)^2\Rightarrow d_{\le 3s}=\frac{v_{\max}}{2}\left(t_{3s}\right) \\ d_{>3s}=v_{\max}\left(t_{>3s}-t_{3s}\right) \end{cases}$$

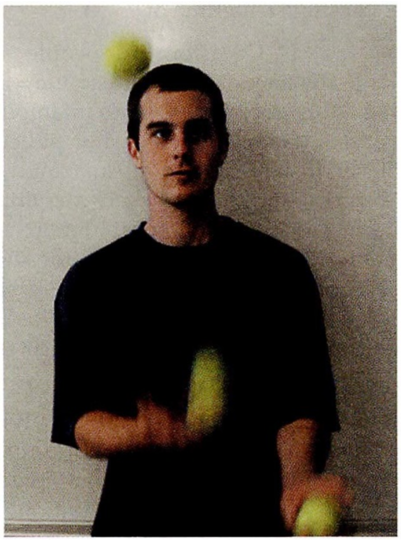
La solución de este sistema de ecuaciones es:

$$v_{\max}=\frac{D}{t_{>3s}-\frac{t_{3s}}{2}}=12.3\mathrm{m/s}\text{=}44.3\mathrm{km/h}$$

y para la aceleración:

$$a=\frac{v_{\max}}{t_{3s}}=4.1\mathrm{m/s^2}=0.42\mathrm{g}$$

5 La figura muestra la fotografía tomada con tiempos de apertura cortos (1/30s) de un malabarista con dos pelotas de tenis en el aire. La pelota de tenis que está a mayor altura está menos borrosa que la otra. ¿Por qué? ¿Puede estimarse la velocidad de esta última pelota? ¿y a qué altura está?



A la máxima altura, la pelota tendrá una velocidad casi cero mientras que justo al salir de la mano, tendrá la máxima velocidad. En la zona alta, la pelota se mueve lentamente y apenas se emborrona su imagen conforme al tiempo de captura.

(a) Abajo, la pelota se mueve aprox. 3 diámetros durante 1/30s. Si el diámetro de una pelota de tenis es de 5 cm aprox., su velocidad promedio será: 3x5(cm)/(1/30 (s))=4.5 m/s. Si suponemos que ésta es la velocidad inicial con la que salió la pelota (intervalo de tiempo muy corto), la altura alcanzada será:

$$h = \frac{-v_o^2}{-2g} = \frac{(4.5)^2}{2 \times 9.81} \approx 1\text{m}$$

6 Indague sobre la velocidad con la que un impulso nervioso recorre nuestro cuerpo. Estimar el tiempo transcurrido desde que el pie tropieza con una piedra y la sensación de dolor que se produce.

La velocidad promedio de un impulso nervioso es de 120 m/s. Si suponemos una altura media de una persona de 1.7 m, el tiempo que transcurrirá desde el golpe hasta notar la sensación de dolor será de: 1.7 (m)/120 (m/s)=14.2 ms.