Conceptos previos

LA RAPIDEZ es una cantidad escalar. Si un objeto requiere de un tiempo ***t*** para recorre una distancia ***d***, entonces:

$$\textbf{\textit{Rapidez promedio}} = \frac{\text{distancia total recorrida}}{\text{Tiempo transcurrido}} = \frac{d}{t}$$

La dirección del vector velocidad es la misma que la del vector desplazamiento. Las unidades de velocidad (y rapidez) son unidades de longitud divididas entre unidades de tiempo, tales como m/s o km/h.

LA ACELERACIÓN mide la razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo. Por consiguiente:

$$\bar{a} = \text{aceleración promedio} = \frac{\text{cambio en la velocidad vectorial}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{v_f - v_o}{t}$$

Donde v_o es la velocidad inicial, v_f es la velocidad final y t, es el tiempo transcurrido durante el cambio. Las unidades de aceleración son unidades de velocidad divididas entre unidades de tiempo. Algunos ejemplos son (m/s)/s (o bien m/s^2) y (km/h)/s o bien km/h x s) nótese que la aceleración es una cantidad vectorial, y tiene la dirección del cambio de la velocidad $v_f - v_o$.

EL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO es una situación excepcionalmente importante. En este caso, el vector aceleración es constante y su línea de acción está a lo largo del vector desplazamiento, así que las direcciones del vector v ya se pueden indicar con signos positivos o negativos.

Si el desplazamiento se representa con x (positivo si va en sentido positivo, y negativo si va en sentido negativo), el movimiento puede describirse con las cinco ecuaciones de movimiento para el movimiento uniformemente acelerado:

$$x = \bar{v}\ t$$

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_o}{2}$$

$$a = \frac{v_f - v_o}{t}$$

$$v_f^2 = v_o^2 + 2ax$$

$$x = v_o t + \frac{at^2}{2}$$

Con frecuencia, x se reemplaza con y o con s y algunas veces v_f se escribe simplemente como v.

LA DIRECCIÓN ES IMPORTANTE y debe escogerse el sentido positivo cuando se analiza un movimiento a lo largo de una línea recta. A cualquier dirección se le puede asignar el sentido positivo. Si un desplazamiento. Velocidad o aceleración se plantea en sentido opuesto, éste debe tomarse como negativo.

VELOCIDAD INSTANTÁNEA es la velocidad promedio evaluada durante un intervalo de tiempo que se aproxima a cero. De esta manera si un objeto realiza un desplazamiento Δx en un tiempo, entonces para el objeto

$$v = \text{velocidad instantánea} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Donde la notación significa que la relación $\Delta x/\Delta t$ debe calcularse durante un intervalo de tiempo Δt, que se aproxime a cero.

LA INTERPRETACIÓN GRÁFICA del movimiento rectilíneo (en la dirección del eje de las x) es como sigue:

- La velocidad instantánea de un objeto en determinado tiempo en una gráfica de x contra t, es el valor de la pendiente de la línea tangente, en ese tiempo.
- La aceleración instantánea de un objeto en determinado tiempo en una gráfica de v contra t, es el valor de la pendiente de la línea tangente, en ese tiempo.
- Para un movimiento con velocidad constante, la gráfica de x contra t es una línea recta. Para el movimiento de aceleración constante, la gráfica de v contra t, es también una línea recta

ACELERACIÓN DEBIDA A LA GRAVEDAD (g): la aceleración de un cuerpo que se mueve sólo por la atracción gravitacional es g, la aceleración gravitacional (o de caída libre), la cual tiene dirección vertical hacia abajo, en la superficie de la Tierra tiene un valor g= 9.8 m/s^2 (= 32.2 $pies/s^2$); este valor sufre ligeras variaciones de un lugar a otro. Sobre la superficie de la luna, el valor de la aceleración de caída libre es 1.6 m/s^2.

LOS PROBLEMAS DE PROYECTILES pueden resolverse fácilmente si se desprecia el rozamiento (fricción) con el aire. Para simplificar el problema se puede considerar el movimiento del proyectil como dos movimientos independientes: uno horizontal con a=0 y $v_t = v_0 = v$ (es decir, con velocidad constante), y un movimiento vertical con a = g = 9.8 m/s^2 dirigido hacia abajo.

PROBLEMAS RESUELTOS

4.1 Cambie las unidades de la rapidez 0.200 cm/s a km/año

$$0.200\,\frac{cm}{s} = \left(0.200\,\frac{\cancel{cm}}{\cancel{s}}\right)\left(10\,\frac{km}{\cancel{cm}}\right)\left(3600\,\frac{\cancel{s}}{\cancel{h}}\right)\left(24\,\frac{\cancel{h}}{\cancel{d}}\right)\left(365\,\frac{\cancel{d}}{año}\right) = 63.1\ km$$

4.2 un corredor completa una vuelta alrededor de una pista a 200 m en un tiempo de 25 s. ¿cuáles fueron : (a) la rapidez promedio, y (b) la velocidad promedio del corredor?

(a) de la definición

$$\textbf{Rapidez promedio} = \frac{\text{distancia total recorrida}}{\text{Tiempo transcurrido}} = \frac{d}{t} = \frac{200\text{m}}{25\text{ s}} = 8.00\text{ m/s}$$

(b) ya que el punto final de la carrera fue el punto de partida, el vector desplazamiento, del principio al punto final, tiene una longitud cero. Entonces,

$$\bar{v} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo}} = \frac{0\text{ m}}{25\text{ s}} = 0\text{m/s}$$

4.3 Un objeto parte del reposo con la aceleración constante de 8 m/s^2 a lo largo de una línea recta. Encuéntrense (a) la rapidez después de 5 s, (b) la rapidez promedio para el intervalo de 5 s y (c) la distancia total recorrida en los 5 s.

Nótese que nos interesa sólo el movimiento para los primeros 5 s. Consideremos la dirección del movimiento en dirección del eje x positivo. Se sabe v0 = 0 ; t = 5 s ; y que a = m / s .Así que el movimiento es uniformemente acelerado y pueden aplicarse las cinco ecuaciones de movimiento.

(a) $v_f = v_0 + at = 0 + (8\text{ m/s}^2)(5\text{ s}) = 40\text{ m/s}$

(b) $\bar{v} = \dfrac{v_0 + v_f}{2} = \dfrac{0 + 40}{2}\text{ m/s} = 20\text{ m/s}$

(c) $x\ v_0t + 1/2at^2 = 0 + 1/2\,(8\text{ m/s}^2)(5\text{ s})^2 = 100\text{ m}$ o bien

$X = \bar{v}\,t = (20\text{ m/s})(5\text{ s}) = 100\text{ m}$

4.4 la rapidez de un camión se incrementa uniformemente desde 15 km/h hasta 60 km7h en 20 s. determine, (a) la rapidez promedio, (b) la aceleración y (c) la distancia recorrida, todo en unidades de metros y segundos.

Para los primeros 20 s de viaje, tomaremos la dirección del movimiento en la dirección de + x, y tenemos:

$$V_o = \left(15\ \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\right)\left(1000\ \frac{m}{\cancel{km}}\right)\left(\frac{1}{3600}\ \frac{\cancel{h}}{s}\right) = 4.17\ \text{m/s}$$

v_f = 60 km/h = 16.7 m/s

t = 20 s

(a) $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_o + v_f) = \frac{1}{2}(4.17 + 16.7)\ \text{m/s} = 10.4\ \text{m/s}$

(b) $a = \dfrac{v_f - v_o}{t} = \dfrac{(16.7 - 4.2)\ \text{m/s}}{20\ \text{s}} = 0.63\ \text{m/s}^2$

(c) $x = \bar{v}\, t = (10.4\ \text{m/s})\,(20\ \text{s}) = 208\ \text{m}$

4.5 la gráfica del movimiento de un objeto a lo largo de una línea recta se muestra en la Fig. 4.1 Determine la velocidad instantánea del objeto en los puntos A y B. ¿Cuál es la velocidad promedio del objeto? ¿Cuál es su aceleración?

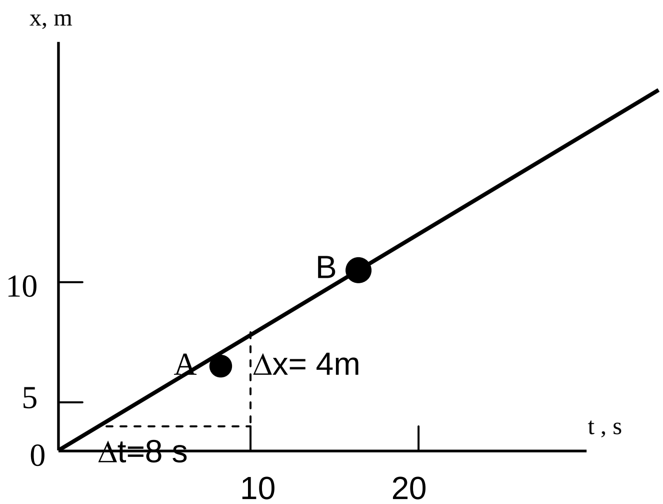

Fig. 4-1

En virtud de que la velocidad es determinada por la pendiente de la linea tangente $\Delta x/\Delta t$, tracemos una tangente a la curva en ese caso. Por el triangulo mostrado en A, tenemos

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4\ \mathrm{m}}{8\ \mathrm{s}} = 0.50\ \mathrm{m/s}$$

Esta tambien la velocidad en el punto B y en todos los otros puntos sobre la linea recta de la grafica. Por lo tanto, tenemos que a = 0 y Vx = Vx = 50 m/s

4.6 El movimiento de un objeto a lo largo del eje x esta graficadoel la fig 4-2 Describa su movimiento.
La velocidad de un objeto en cualquier instante es igual a la pendiente de la tangente en el punto correspondiente a ese instante. Dado que la pendiente de la tangente es 0 en el intervalo de t=0 s hasta t = 2 s, el objeto permanece en reposo durante ese intervalo de tiempo. Cuando t = 2 s. el objeto inicia un movimiento en direccion del eje x con velocidad constante (la pendiente de la tangente es positiva y constante). Para el intervalo de t = 2s hasta t = 4s, velocidad constante (la pendiente de la tangente es positiva y constante). Para el intervalo de t = 2 s hasta t = 4 s

$$\bar{v} = \text{pendiente} = \frac{\text{elevación}}{\text{tiempo}} = \frac{x_f - x_0}{t_f - t_0} = \frac{3.0\ \mathrm{m} - 0\ \mathrm{m}}{4.0\ \mathrm{s} - 2.0\ \mathrm{s}} = \frac{3.0\ \mathrm{m}}{2.0\ \mathrm{s}} = 1.50\ \mathrm{m/s}$$

Durante el intervalo t = 4s hasta t = 6s, el objeto está en reposo, la pendiente de la tangente de la grafica es 0 y x no cambia en ese intervalo de tiempo.
De t = 6s hasta t = 10 s y mas alla, el objeto se, mueve en direccion del eje –x; por lo que la pendiente de la tangente y la velocidad son negativas. Tenemos

$$\bar{v} = \text{pendiente} = \frac{x_f - x_0}{t_f - t_0} = \frac{-2.0\ \mathrm{m} - 3.0\ \mathrm{m}}{10.0\ \mathrm{s} - 6.0\ \mathrm{s}} = \frac{-5.0\ \mathrm{m}}{4.0\ \mathrm{s}} = -1.25\ \mathrm{m/s}$$

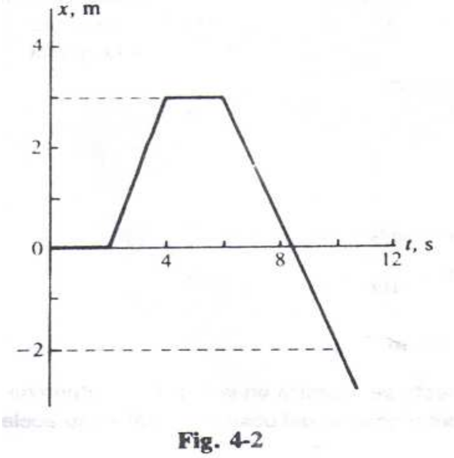

Fig. 4-2

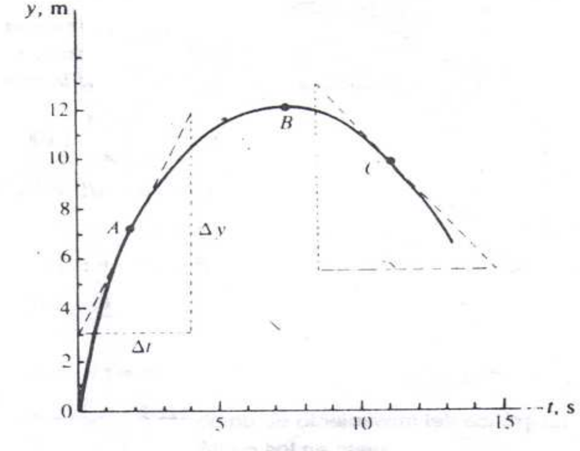

Fig. 4-3

4.7 El movimiento vertical de un objeto esta graficadoen la fig. 4-3. describa su movimiento cualitativamente y calcule la velocidad instantanea en los puntos A,B y C.
Recordando que la velocidad esta dada por la pendiente de tangente en una grafica, se puede observar que el objeto tiene una velocidad para t = 0.Al elevarse, esta decrese y finalmete es 0 en el punto B. (la pendiente de la tangete ahí es 0). Entonces comienza a caer hacia abajo incrementando su velocidad
En el punto A tenemos

$$v_A = \text{pendiente} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{12.0\text{ m} - 3.0\text{ m}}{4.0\text{ s} - 0\text{ s}} = \frac{9.0\text{ m}}{4.0\text{ s}} = 2.25\text{ m/s}$$

La velocidad en el punto A es positiva, ya que esta en direccion del eje +y. Para los puntos B y C

$$v_B = \text{pendiente} = 0\text{ m/s}$$
$$v_C = \text{pendiente} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{5.5\text{ m} - 13.0\text{ m}}{15.0\text{ s} - 8.5\text{ s}} = \frac{-7.5\text{ m}}{6.5\text{ s}} = -1.15\text{ m/s}$$

Es negativa , ya que la velocidad en C esta en direccion del eje –y

4.8 Se deja caer una pelota, inicialmente en reposo, desde una altura de 50 m sobre el nivel del suelo. (a) ¿Cuál sera la rapidez de la pelota justo en el momento anterior al choque contra el suelo? (b) ¿Cuánto tiempo requiere para llegar al suelo?
Si ignoramos la friccion con el aire, la pelota se acelera uniformemente hasta llegar al suelo. Su aceleración se dirige hacia abajo y tiene un valor de 9.8 m/s^2. Tomando como positiva la direccion de la caida, para el recorrido se tiene:

$$y = 50\text{ m} \qquad a = 9.8\text{ m/s}^2 \qquad v_0 = 0$$
$$v_f^2 = v_0^2 + 2ay = 0 + 2(9.8\text{ m/s}^2)(50\text{ m}) = 980\text{ m}^2/\text{s}^2$$

por lo que v_f = 31.3 m/s.

(*b*) De la definición $a = (v_f - v_0)/t$,

$$t = \frac{v_f - v_0}{a} = \frac{(31.3 - 0)\text{ m/s}}{9.8\text{ m/s}^2} = 3.19\text{ s}$$

(podríamos haber considerado la dirección positiva hacia arriba. ¿tendria en algún cambio los resultados?)

4.9 Un esquiador parte del reposo y se desliza 9m hacia abajo, por una pendiente, en 3 s. ¿Cuánto tiempo después del inicio, el esquiador habrá adquirido una velocidad de 24 m/s? considérese la aceleración constante.
Primero, es necesario determinar la aceleración del esquiador a partir de los datos relativos a los 2 s de viaje. Para esto, tenemos: t=3s, v_0= 0, y x = 9 m. Entonces, x = $v_o t + 1/2at^2$ no da

$$a = \frac{2x}{t^2} = \frac{18\text{ m}}{(3\text{ s})^2} = 2.00\text{ m/s}^2$$

Ahora bien, este valor de a puede emplearse para el recorrido mayo, desde el punto de partida hasta al lugar donde v = 24 m/s para este recorrido tenemos, v_0= 0,v_f = 24 m/s , a = 2 m/s^2. Entonces de $v_f = v_0 + at$, obtenemos

$$t = \frac{v_f - v_0}{a} = \frac{24\text{ m/s}}{2\text{ m/s}^2} = 12.0\text{ s}$$

4.10 Un autobús que se mueve a 20m/s, comienza a detenerse a razón de 3m/s cada segundo. Encuéntrese cuanto de desplaza antes de detenerse.
Se considera que la dirección del movimiento es la dirección del eje x positivo. Para el trayecto considerado, tenemos v_0 =20 m/s v_f = 0, a = -3 m/s^2. nótese que el autobús no incrementa su rapidez en la dirección del movimiento. En dirección de eso, esta disminuyendo en la misma dirección por los que su aceleración es negativa (una desaceleración) utilícese para la cual

$$v_f^2 = v_0^2 + 2ax$$

Para calcular

$$x = \frac{-(20\text{ m/s})^2}{2(-3\text{ m/s}^2)} = 66.7\text{ m}$$

4.11 Un auto que se mueve a 30 m/s disminuye su rapidez uniformemente hasta un valor de 10 m/s en un tiempo de 5 m/s. determínense (a) la aceleración del automóvil y (b) la distancia que recorre en el tercer segundo.
Sea la dirección del movimiento en dirección del eje +x.

(a) Para el intervalo de 5s, se tiene t =5s, v_0 = 30m/s, v_f = 10 m/s. Usando $v_f = v_0 + at$ se encuentra que

$$a = \frac{(10 - 30)\text{ m/s}}{5\text{ s}} = -4.00\text{ m/s}^2$$

(*b*)

$$\begin{aligned} x &= (\text{distancia recorrida en 3 s}) - (\text{distancia recorrida en 2 s}) \\ &= (v_0 t_3 + \tfrac{1}{2}a t_3^2) - (v_0 t_2 + \tfrac{1}{2} a t_2^2) \\ &= v_0(t_3 - t_2) + \tfrac{1}{2} a (t_3^2 - t_2^2) \end{aligned}$$

Usando v_0 = 30 m/s, a = −4 m/s^2, t_2 = 2 s, t_3 = 3 s; nos da

$$x = (30\text{ m/s})(1\text{ s}) - (2\text{ m/s}^2)(5\text{ s}^2) = 2.00\text{ m}$$

4.12 La velocidad de un tren se reduce uniformemente desde 15 m/s hasta 7 m/s al recorrer una distancia de 90 m.
(a) calcúlese la aceleración. (b) ¿qué distancia recorrerá el tren antes de alcanzar el reposo, si se considera que la aceleración permanece constante?
Supóngase la dirección del movimiento en la dirección +x

(a) Se tiene que $v_0 = 15$ m/s, $v_f = 7$ m/s, $x = 90$ m. Entonces $v_f^2 = v_0^2 + 2ax$, es decir

$$a = -0.98 \text{ m/s}^2$$

(b) Ahora, las nuevas condiciones son: $v_0 = 7$ m/s, $v_f = 0$, $a = -0.98$ m/s^2, por consiguiente

$$v_f^2 = v_0^2 + 2ax$$

nos da

$$x = \frac{0 - (7 \text{ m/s})^2}{-1.96 \text{ m/s}^2} = 25 \text{ m}$$

4.13 una piedra se lanza verticalmente hacia arriba y se eleva una altura de 20 m. ¿con qué rapidez fue lanzada?
Considérese el ascenso como positivo. La velocidad de la piedra es 0 en el extremo superior de su trayectoria. Entonces, $v_t = 0$, y= 20 m , a= -9.8 m/s^2. (el signo negativo obedece a que la aceleración debida a la gravedad es siempre hacia abajo y se considera que el ascenso es positivo). Utilícese $v_f^2 = v_0^2 + 2ay$ para encontrar:

$$v_0 = \sqrt{-2(-9.8 \text{ m/s}^2)(20 \text{ m})} = 19.8 \text{ m/s}$$

4.14 una piedra se lanza hacia arriba con una rapidez de 20 m/s. en su camino hacia abajo es atrapada en un punto situada a 5.0 m por encima del lugar desde donde fue lanzada. (a) ¿qué rapidez tenía cuando fue atrapada? (b) ¿cuánto tiempo demoró el recorrido?.
En la figura 4-4 se muestra la situación. Supóngase el acento como positivo. Entonces tenemos, para el recorrido que dura desde el instante en que es lanzada hasta el instante en que es atrapada, v_0=20 m/s, y=5m (dado que el desplazamiento es hacia arriba), a= -9.8m/s^2
(a) utilícese $v_f^2 = v_0^2 + 2ay$ para encontrar:

$$v_f^2 = (20 \text{ m/s})^2 + 2(-9.8 \text{ m/s}^2)(5 \text{ m}) = 302 \text{ m}^2/\text{s}^2$$
$$v_f = \pm\sqrt{302 \text{ m}^2/\text{s}^2} = -17.4 \text{ m/s}$$

Se escoge el signo negativo porque la piedra va descendiendo en el sentido negativo.
(b) se usa $a=(v_f - v_0)/t$ para encontrar:

$$t = \frac{(-17.4 - 20) \text{ m/s}}{-9.8 \text{ m/s}^2} = 3.8 \text{ s}$$

Adviértase la necesidad de usar signo negativo para v_f

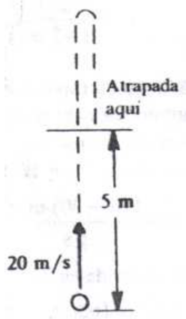

Fig. 4-4

4.15 se lanza una pelota verticalmente hacia arriba en la luna y regresa a su punto de partida en 4 s. la aceleración debida a la gravedad en ese lugar es de 1.60 m/s^2. encuéntrese la rapidez inicial.

Considérese el ascenso como positivo. Para el recorrido de principio a fin, y=0 (el punto de partida y el punto final son los mismo, por lo tanto, el desplazamiento es 0) a= - 1.60 m/s^2, t= 4 s . utilícese $y = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ para calcular:

$$0 = v_0(4\ \mathrm{s}) + \tfrac{1}{2}(-1.60\ \mathrm{m/s^2})(4\ \mathrm{s})^2$$

de donde v_0 = 3.20 m/s

4.16 se lanza una pelota de béisbol verticalmente hacia arriba en la superficie lunar, con una rapidez inicial de 35 m/s. calcúlese (a) la máxima altura que alcanza la pelota, (b) el tiempo que tarda en alcanzar esa altura, (c) su velocidad después de 30 s de haberse lanzado, (d) cuando la pelota está a 100 m de altura.

Considérese el ascenso como positivo. En el punto más alto, la velocidad de la pelota es 0.

(a) siendo g=1.6 m/s^2 en la luna, y dado que $v_f^2 = v_0^2 + 2ay$

$$0 = (35\ \mathrm{m/s})^2 + 2(-1.6\ \mathrm{m/s^2})y \qquad \text{o} \qquad y = 383\ \mathrm{m}$$

(b) de $v_f = v_0 + at$ tenemos

$$0 = 35\ \mathrm{m/s} + (-1.6\ \mathrm{m/s^2})t \qquad \text{o} \qquad t = 21.9\ \mathrm{s}$$

(c) de $v_f = v_0 + at$ tenemos

$$v_f = 35\ \mathrm{m/s} + (-1.6\ \mathrm{m/s^2})(30\ \mathrm{s}) \qquad \text{o} \qquad v_f = -13.0\ \mathrm{m/s}$$

el signo negativo se debe a que se consideró el ascenso como positivo y la velocidad v_f se dirige hacia abajo. La pelota desciende en t = 30 s.

(d) $y = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$$100\ \mathrm{m} = (35\ \mathrm{m/s})t + \tfrac{1}{2}(-1.6\ \mathrm{m/s^2})t^2 \qquad \text{o} \qquad 0.80t^2 - 35t + 100 = 0$$

por el uso de la fórmula cuadrática

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Encontramos que t = 3.1 s y t = 40.4 s. para t = 3.1 s la pelota tiene 100 m de altura en el ascenso y para t = 40.6 s tiene la misma altura pero en descenso.

4.17 desde un globo que está a 300 m sobre el suelo y se eleva a 13 m/s, se deja caer una bolsa de lastre. Para la bolsa encuéntrese (a) la altura máxima que alcanza, (b) su posición y velocidad después de 5 s de haberse desprendido, (c) el tiempo que tarda en bajar y golpear el suelo.

La velocidad inicial de la bolsa es la misma que la del globo, 13 m/s en ascenso. El ascenso se considera como positivo e Y=0 en el punto del desprendimiento.

(a) en el punto más alto, v_f =0 de $v_f^2 = v_0^2 + 2ay$

$$0 = (13\ \mathrm{m/s})^2 + 2(-9.8\ \mathrm{m/s^2})y \qquad \text{o} \qquad y = 8.6\ \mathrm{m}$$

la máxima altura es de 300 +8.6 = 308.6 m

(b) el punto final se toma en la posición para t= 5 s. entonces, de la ecuación $y = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$$y = (13\ \mathrm{m/s})(5\ \mathrm{s}) + \tfrac{1}{2}(-9.8\ \mathrm{m/s^2})(5\ \mathrm{s})^2 = -57.5\ \mathrm{m}$$

así que la altura es de 300 – 58 = 242 m. también de la ecuación $v_f = v_0 + at$,

$$v_f = 13\ \mathrm{m/s} + (-9.8\ \mathrm{m/s^2})(5\ \mathrm{s}) = -36\ \mathrm{m/s}$$

es decir, la bolsa de lastre en su trayectoria de caída hacia abajo tiene una velocidad de 36 m/s.

(c) en el instante anterior al choque contra el suelo, el desplazamiento de la bolsa es de -300 m. Entonces

$$y = v_0 t + \tfrac{1}{2}at^2 \qquad \text{nos da} \qquad -300\ \mathrm{m} = (13\ \mathrm{m/s})t + \tfrac{1}{2}(-9.8\ \mathrm{m/s^2})t^2$$

o $4.9t^2 - 13t - 300 = 0$. De la formula cuadrática se determina que t = 9.3 s y 9.6 s. solo el valor positivo del tiempo tiene significado físico así que la respuesta es 9.3 s.

podríamos haber considerado la curva cuadrática para determinar v_f

$$v_f^2 = v_0^2 + 2as \qquad \text{nos da} \qquad v_f^2 = (13\ \mathrm{m/s})^2 + 2(-9.8\ \mathrm{m/s^2})(-300\ \mathrm{m})$$

de donde v_f = +/- 77.8 m/s. Entonces usando el valor negativo de v_f (¿Por qué?) el $v_f = v_0 + at$, obtenemos t = a 9.3 s, como se hizo anteriormente

4.18 Como se muestra en la fig. 4-5, desde la cima de un risco de 80m de alto se dispara un proyectil de una velocidad horizontal de 30 m/s

(a) ¿cuanto tiempo necesitará para chocar contra el suelo en la base del risco?

(b) ¿a que distancia del pie del risco será el choque?

(c) ¿ con que velocidad se estrellara?

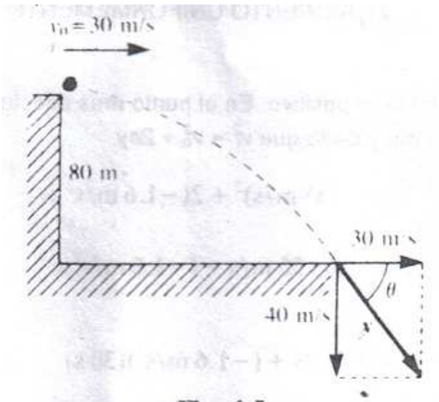

Fig. 4-5

(a) los movimientos horizontal y vertical son independientes uno del otro. Considere primero el movimiento vertical. Tomando la caída como negativa, se tiene

$$y = v_{0y}t + \tfrac{1}{2}a_y t^2$$

o bien

$$-80\ \text{m} = 0 + \tfrac{1}{2}(-9.8\ \text{m/s}^2)t^2$$

de donde t= 4.04 s . nótese que la velocidad inicial tiene un componente vertical con valor igual a cero, así que $v_0 = 0$ para el movimiento vertical.

(b) ahora consideremos el movimiento horizontal. Para este a=0 , y así $v_x = v_{0x} = v_{fx} = 30$ m/s. entonces, utilizando el valor de t considerado en (a), tenemos

$$x = \bar{v}_x t = (30\ \text{m/s})(4.04\ \text{s}) = 121\ \text{m}$$

(c) la velocidad final tiene un componente horizontal de 30 m/s, pero su componente vertical al tiempo t = 4.04 s está dada por $v_{fy} = v_{0y} + a_y t$, así que

$$v_{fy} = 0 + (-9.8\ \text{m/s}^2)(4.04\ \text{s}) = -40\ \text{m/s}$$

la resultante de estas dos componentes la llamamos v en la figura 4-5;tenemos

$$v = \sqrt{(40\ \text{m/s})^2 + (30\ \text{m/s})^2} = 50.0\ \text{m/s}$$

El ángulo θ que se muestra en la figura, está dado por: tan θ = 40/30, de donde θ = 53 º

4.19 un piloto acróbata vuela a 15m/s en dirección paralela al suelo plano que se encuentra 100 m debajo, como se muestra en la figura 4-6. ¿a qué distancia x del objeto debe estar el avión para que, si se deja caer un saco de harina, choque con el blanco?

Siguiendo el mismo procedimiento que en problema 4.18, se utiliza y $=v_{0yt}$ + ½ $a_y t_2$ para obtener

$$-100\text{ m} = 0 + \tfrac{1}{2}(-9.8\text{ m/s}^2)t^2 \qquad \text{o} \qquad t = 4.52\text{ s}$$

Ahora se aplica $x = \bar{v}_x t$ = (15 m/s)(4.52 s) = 67.8 m.

4.20 se lanza una pelota de béisbol con una velocidad inicial de 100 m/s con un ángulo de 30º en relación con la horizontal, como se muestra en la fig 4-7 . ¿a qué distancia del punto de lanzamiento alcanzará la pelota su nivel inicial?

Conviene dividir el problema en dos partes una horizontal y otra vertical para lo cual

$$v_{0x} = v_0 \cos 30^\circ = 86.6\text{ m/s} \qquad \text{y} \qquad v_{0y} = v_0 \operatorname{sen} 30^\circ = 50\text{ m/s}$$

Donde el ascenso se toma como positivo.

Para que la parte vertical del problema, y=0 ya que la pelota regresa a su altura original; entonces

$$y = v_{0y}t + \tfrac{1}{2}a_y t^2 \qquad \text{o} \qquad 0 = (50\text{ m/s}) + \tfrac{1}{2}(-9.8\text{ m/s}^2)t$$

De donde t=10.2 s

Para la parte horizontal del problema, $v_{0x} = v_{fx} = v_x$ = 86.6 m/s. de donde

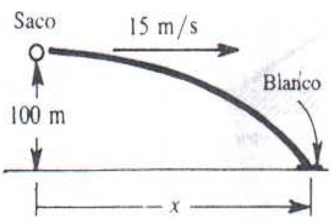

Fig. 4-6

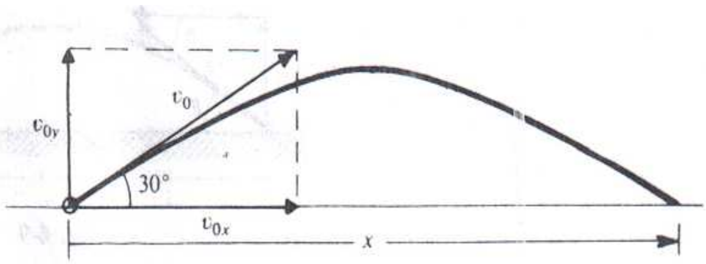

Fig. 4-7

$$x = \bar{v}_x t = (86.6\text{ m/s})(10.2\text{ s}) = 884\text{ m}$$

4.21 como se muestra en la figura 4-8, se lanza una pelota desde lo alto de un edificio hacia otro más alto, localizado a una distancia de 50 m. la velocidad inicial de la pelota de 20 m/s, con una inclinación de 40º sobre la horizontal. ¿a qué distancia, por encima o por debajo de su nivel inicial, golpeará la pelota sobre la pared opuesta?

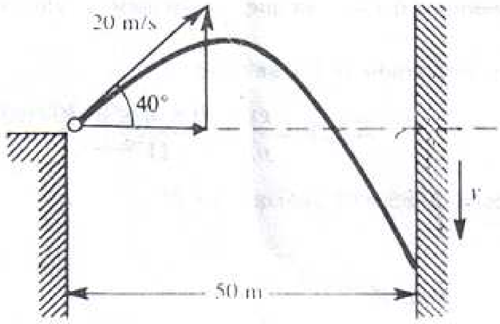

Fig. 4-8

Se tiene

$$v_{0x} = (20\text{ m/s})\cos 40° = 15.3\text{ m/s}$$
$$v_{0y} = (20\text{ m/s})\text{ sen } 40° = 12.9\text{ m/s}$$

Considérese primero el movimiento horizontal. Para éste,

$$v_{0x} = v_{fx} = v_x = 15.3\text{ m/s}$$

Entonces $x = \bar{v}_x t$, por lo que

$$50\text{ m} = (15.3\text{ m/s})t \qquad \text{o} \qquad t = 3.27\text{ s}$$

En el movimiento vertical, tomando la *caída* como positiva, tenemos

$$y = v_{0y}t + \tfrac{1}{2}a_y t^2 = (-12.9\text{ m/s})(3.27\text{ s}) + \tfrac{1}{2}(9.8\text{ m/s}^2)(3.27\text{ s})^2 = 105\text{ m}$$

Debido a que el valor de y es positivo y como se consideró positiva la *caída*, la pelota golpeará a una distancia de 105 m por debajo de su nivel inicial.

4.22 (a) encuéntrese el alcance x de una pistola que dispara un proyectil con una velocidad v y con un ángulo de elevación θ.

(b) encuéntrese el ángulo de elevación θ de la pistola que puede disparar un proyectil con una velocidad de salida de 120 m/s, y alcanzar un blanco localizado en el mismo nivel, pero a una distancia de 1300 m. (véase la figura 4-9)

(a) sea t el tiempo que tarda el proyectil en dar en el blanco. Entonces, $x = v_{0x}t$ ó $t = x/v_{0x}$. considérese aisladamente el movimiento en dirección vertical y tómese el ascenso como positivo. Cuando el proyectil golpea el blanco

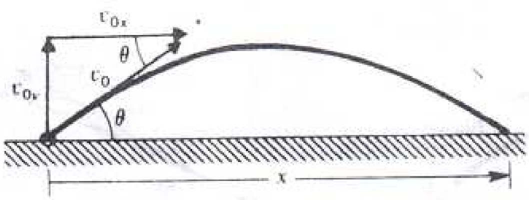

Fig. 4-9

$$\frac{x}{v_{0x}} = \frac{2v_{0y}}{g} \qquad \text{o} \qquad x = \frac{2v_{0x}v_{0y}}{g} = \frac{2(v_0 \cos\theta)(v_0 \operatorname{sen}\theta)}{g}$$

Para simplificar la ecuación anterior puede emplearse la expresión 2 sen θ cos θ = sen 2θ. Después de sustituir,

$$x = \frac{v_0^2 \operatorname{sen} 2\theta}{g}$$

El alcance máximo corresponde a θ = 45°, ya que sen 2θ tiene un valor máximo de 1 cuando 2θ = 90°, por lo tanto θ = 45°.

(*b*) De la ecuación de alcance encontrada en (*a*), se tiene

$$\operatorname{sen} 2\theta = \frac{gx}{v_0^2} = \frac{(9.8\ \text{m/s}^2)(1300\ \text{m})}{(120\ \text{m/s})^2} = 0.885$$

Por consiguiente, 2θ = arcsen 0.885 = 62°, así que θ = 31°.

PROBLEMAS SUPLEMENTARIOS

4.23 el odómetro de un automóvil registra una lectura de 22.687 km al principio de un viaje y 22.791 km al final del mismo.
El viaje requirió de 4 hrs. ¿Cuánto fue la velocidad promedio del automóvil en km/h?¿y en m/s? Sol: 26 km/h; 7.2 m/s

4.24 un automóvil viaja a razón de 25 km/h durante 4 min, después a 50 km/h durante 8 min, y finalmente 22 km/h durante 2 min. Encuéntrese (a) la distancia total recorrida en kms, (b) la rapidez promedio de todo el viaje en m/s Sol: (a) 9 km; (b) 10.7 m/s

4.25 un corredor da 1.5 vueltas completas alrededor de una pista circular en un tiempo de 50 s, el diámetro de la pista es de 40 m, y su circunferencia (perímetro) es de 126 m. encuéntrese (a) la rapidez promedio del corredor y (b) la magnitud de la velocidad promedio de este. Sol: (a) 3.78 m/s ; (b) 0.80 m/s

4.26 la siguiente tabla de datos describe la posición de un objeto a lo largo del eje x, como una función del tiempo. Grafíquense los datos y calcúlese la velocidad instantánea del objeto para (a) t=5 s (b) t=16 s (c) t=23 s. Sol: (a) 0.018 m/s; (b) 0 m/s; (c) -0.13 m/s

T,s	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
X,cm	0	4.0	7.8	11.13	14.3	16.8	18.6	19.7	20.0	19.5	18.2	16.2	13.5	10.3	6.7

4.27 para el objeto cuyo movimiento se describe en el problema 4.26, calcúlese su velocidad en los siguientes tiempos: (a) 3.0 s, (b) 10.0 s y (c) 24.0 s Sol: (a) 1.9 cm/s; (b) 1.1 cm/s; (c) -1.5 cm/s

4.28 para el objeto cuyo movimiento está graficado en la figura 4-3, calcúlese su velocidad instantánea en los siguientes tiempos: (a) 1.0 s , (b) 4 s , (c) 10 s. Sol: (a) 3.3 m/s; (b) 1 m/s ; (c) 0.83 m/s

4.29 un cuerpo con velocidad inicial de 8 m/s, se mueve a lo largo de una línea recta con aceleración cte y recorre 640 m en 40 s. para el intervalo de 40 s, calcúlese (a) la velocidad promedio, (b) la velocidad final, (c) la aceleración. Sol: (a) 16m/s; (b) 24 m/s ; (c) 0.40 m/s^2

4.30 un autobús parte del reposo, y se mueve con una aceleración cte de 5 m/s^2. encuéntrese su rapidez y distancia trascurridos 4 s. Sol: 20 m/s, 40 m

4.31 una caja se desliza hacia abajo por un plano inclinado con aceleración uniforme. Parte del reposo y alcanza una rapidez de 2.7 m/s en 3s. encuéntrese (a) la aceleración y (b) la distancia a la que se mueve en los primeros 6 s. Sol: 0.90 m/s^2; (b) 16.2 m

4.32 un automóvil acelera uniformemente mientras pasa por dos puntos marcados que están separados en 30 m. el tiempo que tarda en recorrer la distancia entre dos puntos es de 4 s, y la rapidez del automóvil en el primer punto marcado es de 5 m/s. encuéntrese la aceleración del automóvil y su rapidez al llegar al segundo punto marcado. Sol: 1.25 m/s^2 y 10 m/s.

4.33 la velocidad de un automóvil se incrementa uniformemente de 6 m/s a 20 m/s al recorrer una distancia de 70 m. calcúlese la aceleración y el tiempo transcurrido. Sol: 2.6 m/s^2 , 5.4 s

4.34 Un aeroplano parte del reposo y acelera sobre el piso antes de elevarse, recorriendo 600m en 12 s. Encuéntrese (a)La aceleración, (b) la rapidez al final de los 12 s y (c) la distancia que recorre durante el decimosegundo . Sol. (a)8.3 m/s^2 ; (b) 100 m/s ; (c) 96 m

4.35 Un tren que recorre a 30 m/s frena uniformemente hasta detenerse en 44 s. Determínese la aceleración y la distancia recorrida hasta detenerse. Sol. -0.68 m/s^2 , 660 m

4.36 Un objeto que se mueve a 4.34 s se detiene uniformemente a razón de 2 m/s por cada segundo durante un tiempo de 6 s. Determínese (a)su rapidez final; (b) su rapidez promedio durante los 6 s; (c) la distancia recorrida durante los 6 s. sol. (a)1 m/s (b) 7 m/s; (c) 42m

4.37 Un cuerpo cae libremente desde el reposo. Encuéntrese(a) su aceleración, (b) la distancia que recorre en 6 s, (c) su velocidad después de caer 70 m, (d)el tiempo necesario para alcanzar una rapidez de 25 m/s y (e) el tiempo que tarda en caer 300 m. sol. (a)9.8m/s^2, (b)44m ; (c)37 m/s ; (d) 2.55 s ; (e) 7.8 s

4.38 Se deja caer una canica desde un puente y golpea el agua en un tiempo de 5 s .Calcúlese (a) la rapidez con que choca contra el agua (b)altura del puente. Sol. (a) 49 m/s (b) 123m

4.39 Se arroja una piedra hacia abajo en línea recta con una velocidad inicial de 8 m/s y desde una altura de 25 m. Encuéntrese (a) el tiempo que tarde en llegar al piso y (b)la rapidez con la que choca contra el piso. Sol. (a)1.59 s (b) 23.5 m/s

4.40 Se lanza una pelota de béisbol con una rapidez de 30 m/s. (a) ¿Cuánto tiempo tarde en subir? (b) ¿a que altura llegara? (c) cuanto tiempo tardara a partir de que sera separa de de la mano, en regresar a su punto de partida? (d) ¿Cuándo tendrá una rapidez de 36m/s? sol. (a) 3.06 s ; (b) 46m; (c) 6.1 s; (d)1.43 s y 4.7 s

4.41 Una botella que se deja caer de un globo alcanza el piso en 20 s. determine la altura del globo si : (a) estuviera en reposo en el aire, (b) se encontrara ascendiendo con una rapidez de 50 m/s cuando se deja caer la botella. Sol: (a) 1.96 km; (b) 960 m

4.42 Se dejan caer 2 pelotas al piso de diferentes altura, una se deja caer 1.5 s después que la otra, pero ambas golpean el piso al mismo tiempo en 5.0 s después de dejar caer la primera. (a) ¿cual es la diferencia de alturas a la cual se dejaron caer? ; (b) ¿desde que altura se dejo caer la primera pelota? Sol. (a) 62.5 m ; (b) 122.5 m

4.43 Mientras un ascensor está en movimiento hacia arriba por un cubo a una velocidad de 3 m/s se suelta una tuerca de un tornillo, la tuerca golpea el fondo del cubo del ascensor en 2 s. (a) ¿a qué altura con respecto al fondo del cubo se encuentra el ascensor cuando se desprendió la tuerca?(b) ¿qué tan lejos del fondo estaba la tuerca a los 0.25 s después de salirse de su sitio. Sol: (a) 13.6 m; (b) 14.3 m

4.44 Una canica rueda sobre una mesa con rapidez de 20 cm/s; la altura de la mesa es de 80 cm.(a) ¿Cuánto tiempo necesita para chocar con el piso? (b) ¿ a qué distancia horizontal del borde de la mesa chocará contra el piso? Sol: (a) 0.404 s , (b) 8.1 cm

4.45 Un cuerpo con rapidez inicial de 40 m/s se lanza hacia arriba desde el nivel del piso, con un ángulo de 50º con la horizontal. (a)¿cuánto tiempo transcurrirá antes de que el cuerpo choque contra el piso. (b) ¿ a qué distancia del punto de partida golpeará el piso?(c) ¿cuál será el ángulo con la horizontal al que se realizará el choque? Sol: (a) 6.3 s; (b) 161 m; (c) 50º

4.46 Se lanza un cuerpo hacia abajo desde el punto más alto de un edificio de 170 m de altura, formando un ángulo de 30º con la horizontal. Su rapidez inicial es de 40 m/s (a)¿ cuánto tiempo transcurrirá antes que el cuerpo llegue a el piso? (b) ¿ a qué distancia del pie del edificio golpeará? (c) ¿Cuál será el ángulo con la horizontal al cual chocará? Sol: (a) 4.2 s; (b) 145 m; (c) 60º

4.47 Una manguera que se encuentra tendida en el piso, lanza una corriente de agua hacia arriba con un ángulo de 40 º con la horizontal. La rapidez del agua es de 20 m/s cuando sale de la manguera. ¿ a que altura golpeará sobre una pared de 8 m de distancia? Sol: 5.4 m

4.48 Un bateador en la serie mundial, conecta un home run bateando una pelota y dándole una velocidad de 40 m/s con un ángulo de 26º sobre la horizontal. Un jugador de campo, que tiene un alcance de 3 m sobre el suelo, se encuentra apoyado contra la pared de las gradas de sol, la cual está a 110 m del plato de home. La pelota está a 120 cm sobre el piso cuando fue bateada. ¿a que altura por sobre el guante del jugador del campo pasa la pelota? Sol: 6.02 m

4.49 Demuéstrese que el disparo de una pistola puede alcanzar el triple de altura cuando tiene un ángulo de elevación de 60º, que cuando su ángulo es de 30º ; pero que tendría el mismo alcance horizontal

4.50 Se lanza una pelota hacia arriba formando un ángulo de 30º con la horizontal y cae en la parte más alta de un edificio que está a 20 m de distancia. El borde superior se encuentra a 5 m por encima del punto de lanzamiento.¿ con qué rapidez fue lanzada la pelota? Sol: 20 m/s

4.51 Se lanza una pelota verticalmente hacia arriba con rapidez v desde un punto que se encuentra a h m sobre el piso. Demuéstrese que el tiempo que tarda la pelota en golpear el piso es: $(v/g)[1+\sqrt{(1+(2hg/v^2))}]$