

Ejemplo No. 2.

Transformar 10 m/seg a kilómetros por hora.

Para transformar de m/seg a km/h se hará de forma inversa:

$$10 \frac{\text{m}}{\text{seg}} = \frac{10 \text{ m} \times [3.6 \times 10^3 \text{ seg/h}]}{\text{seg} [10^3 \text{ m/km}]} \\ = 10 \times 3.6 \text{ km/h} \\ = 36 \text{ km/h}$$

Resolver inmediatamente:

- 1.- Transformar 30 km/h a m/seg
- 2.- Convertir 80 km/h a m/seg
- 3.- Convertir 50 m/seg a km/h
- 4.- Transformar 60 m/seg a km/h.

UNIDAD 5

ACELERACIÓN

Algunos efectos de la aceleración son conocidos por todo el mundo. Es la aceleración y no la rapidez, la que sentimos cuando un elevador sube o baja de repente. La sensación que experimentamos en el estómago solo ocurre al cambiar la rapidez, no la sentimos en la mayor parte del trayecto en el que el elevador está funcionando a un paso regular. De igual forma, las emociones de la montaña rusa y otros juegos similares en los parques de diversiones resultan de la aceleración inesperada. Esto lo comprenderás mejor al finalizar esta unidad, ya que serás capaz de:

OBJETIVOS:

- 1.- Definir aceleración, aceleración uniforme y aceleración variable.
- 2.- Distinguir las unidades de velocidad y aceleración.
- 3.- Mencionar las unidades de velocidad y aceleración.
- 4.- Calcular, a partir de la definición, la aceleración de un cuerpo.
- 5.- Graficar, a partir de datos obtenidos en experimentación o dados en algún problema, sobre un par de ejes coordenados, la aceleración uniforme.

- 6.- Reconocer las cuatro ecuaciones generales del movimiento acelerado.
- 7.- Seleccionar la ecuación adecuada para la solución de problemas de movimiento uniforme acelerado.
- 8.- Aplicar las ecuaciones generales del movimiento acelerado, en la solución de problemas.

PROCEDIMIENTO.

- 1.- Lee el capítulo 5 en forma general y rápida.
- 2.- Una segunda lectura para subrayar lo más importante del tema.
- 3.- Extracta un resumen del capítulo.
- 4.- Has un poster con las cuatro ecuaciones generales del movimiento acelerado.
- 5.- Analiza los problemas resueltos en forma minuciosa.
- 6.- Resuelve los problemas de la autoevaluación, tratando de llegar a los resultados que se te indican.

REQUISITO.

Para tener derecho a evaluar esta unidad, deberás entregar en hojas tamaño carta, completamente resueltos y excelente presentación, los problemas del 8 al 14 del capítulo 6 de tu libro.

CAPÍTULO 5.

ACELERACIÓN.

6-1 VELOCIDAD VARIABLE.

Analicemos el siguiente suceso: un conductor checa un velocímetro especial de su automóvil cuando pasa por un punto marcado como 0 (cero) u origen (punto de referencia), e indica 4.5 m/seg y su cronómetro marca 3 seg. Al pasar por una marca a los 5 m del punto de origen, su cronómetro marca 4 seg. Al pasar por una marca a los 11 m, indica 5 seg, a los 18 m, indica 6 seg; a los 26 m, indica 7 seg y a los 35 m indica 8 seg. En su velocímetro marca una velocidad de 9.5 m/seg.

En este caso podemos observar lo siguiente:

$$v = 4.5 \text{ m/seg}$$

$$d_1 = 5 \text{ m} - 0 = 5 \text{ m}$$

$$d_2 = 11 \text{ m} - 5 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$$d_3 = 18 \text{ m} - 11 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

$$d_4 = 26 \text{ m} - 18 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

$$d_5 = 35 \text{ m} - 26 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

$$v = 9.5 \text{ m/seg}$$

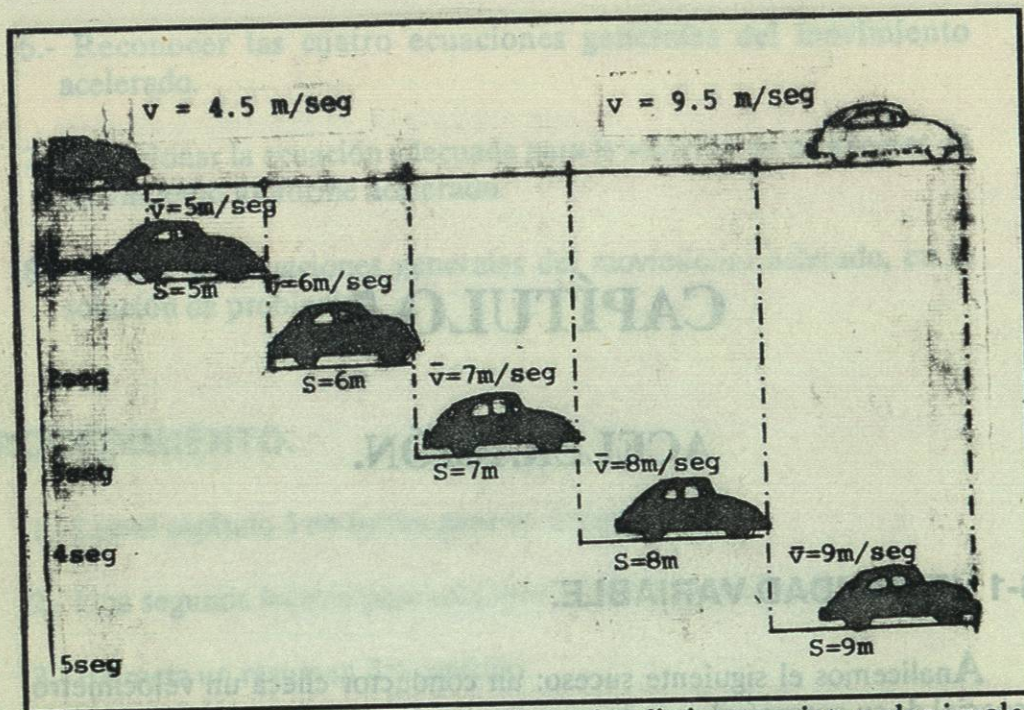
$$t_1 = 4 \text{ seg} - 3 \text{ seg} = 1 \text{ seg}$$

$$t_2 = 5 \text{ seg} - 4 \text{ seg} = 1 \text{ seg}$$

$$t_3 = 6 \text{ seg} - 5 \text{ seg} = 1 \text{ seg}$$

$$t_4 = 7 \text{ seg} - 6 \text{ seg} = 1 \text{ seg}$$

$$t_5 = 8 \text{ seg} - 7 \text{ seg} = 1 \text{ seg}$$



Es decir, se están recorriendo distancias distintas en intervalos iguales de tiempo. Esta es la definición de **velocidad variable**, ya que si calculamos la velocidad media en cada intervalo de tiempo, obtendremos:

$$v_1 = \frac{5 \text{ m}}{1 \text{ seg}} = 5 \text{ m/seg}$$

$$v_2 = \frac{6 \text{ m}}{1 \text{ seg}} = 6 \text{ m/seg}$$

$$v_3 = \frac{7 \text{ m}}{1 \text{ seg}} = 7 \text{ m/seg}$$

$$v_4 = \frac{8 \text{ m}}{1 \text{ seg}} = 8 \text{ m/seg}$$

$$v_5 = \frac{9 \text{ m}}{1 \text{ seg}} = 9 \text{ m/seg}$$

del mismo ejemplo podemos interpretar lo siguiente:

$$\Delta v_1 = v_2 - v_1 = 6 \text{ m/seg} - 5 \text{ m/seg} = 1 \text{ m/seg}$$

$$\Delta v_2 = v_3 - v_2 = 7 \text{ m/seg} - 6 \text{ m/seg} = 1 \text{ m/seg}$$

$$\Delta v_3 = v_4 - v_3 = 8 \text{ m/seg} - 7 \text{ m/seg} = 1 \text{ m/seg}$$

$$\Delta v_4 = v_5 - v_4 = 9 \text{ m/seg} - 8 \text{ m/seg} = 1 \text{ m/seg}$$

En estas ecuaciones, la letra delta (Δ) es utilizada para indicar que existe un incremento o una disminución en la cantidad que se trate.

Es decir, por cada segundo de tiempo transcurrido, el auto está aumentando su velocidad en 1 m/seg . La **aceleración específica** se define como el cambio de velocidad por unidad de tiempo, por lo tanto, la observación anterior se podría expresar como sigue:

La velocidad del cuerpo está cambiando a razón de 1 m/seg cada segundo, lo que equivale a:

$$1 \text{ m/seg/seg}$$

ó bien

$$1 \text{ m/seg}^2$$

Claro que esa observación es demasiado sencilla, pero sin necesidad de hacer lo anterior, podríamos calcular la aceleración conociendo por lo menos tres de los siguientes datos:

Velocidad inicial, velocidad final, distancia total recorrida y tiempo total.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{por definición} \quad (4)$$

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad (5)$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad \text{Si se toma el tiempo de partida como cero, } t_0 = 0 \quad (6)$$

Con el uso de estas ecuaciones podemos calcular la aceleración del ejemplo anterior. Así tenemos que:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad \text{sustituyendo datos}$$

$$a = \frac{9.5 \text{ m/seg} - 4.5 \text{ m/seg}}{8 \text{ seg} - 3 \text{ seg}}$$

$$a = 5 \text{ m/seg/5 seg}$$

$$a = 1 \text{ m/seg/seg}$$

$$a = 1 \text{ m/seg}^2$$

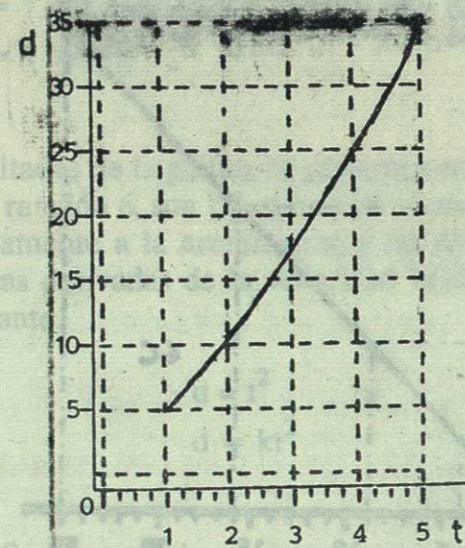
Si deseamos analizar el problema en forma gráfica. Procedamos a establecer los datos en el siguiente cuadro:

1	v_0	4.5m/s	4.5m/s	4.5m/s	4.5m/s	4.5m/s	4.5m/s
2	d	5.0 m	11.0 m	18.0 m	26.0 m	35.0 m	0.0 m
3	t	1.0 s	2.0 s	3.0 s	4.0 s	5.0 s	0.0 s
4	t^2	1.0 s^2	4.0 s^2	9.0 s^2	16.0 s^2	25.0 s^2	0.0 s^2
5	$v_0 t$	4.5 m	9.0 m	12.5 m	18.0 m	22.5 m	0.0 m
6	$d - v_0 t$	0.5 m	2.0 m	4.5 m	8.0 m	12.5 m	0.0 m

Los renglones 1, 2 y 3 del cuadro anterior, son datos del problema. Las cantidades del renglón 4 se obtienen elevando al cuadrado los datos del renglón 3. El renglón 5 se obtiene multiplicando cada uno de los datos del renglón 1 con los del renglón 3. Los del renglón 6 se obtuvieron restando los datos del renglón 2 de los del renglón 5.

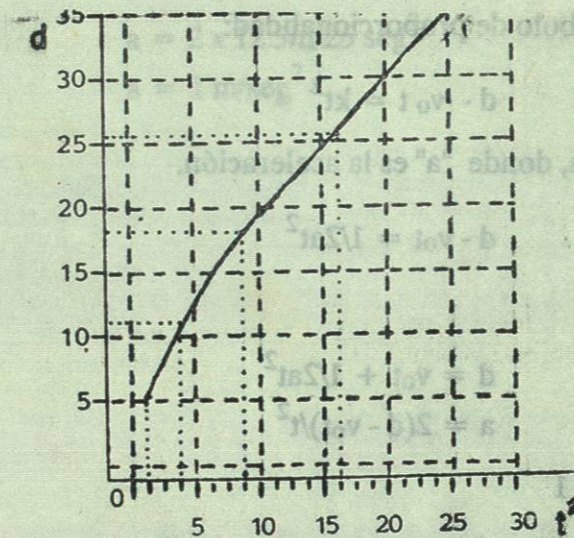
Si graficamos los datos del renglón 2 con los del renglón 3, obtenemos la gráfica 6 A, la cual nos da una línea curva.

Si graficamos los datos del renglón 2 con los del renglón 4, obtenemos la gráfica 6 B.

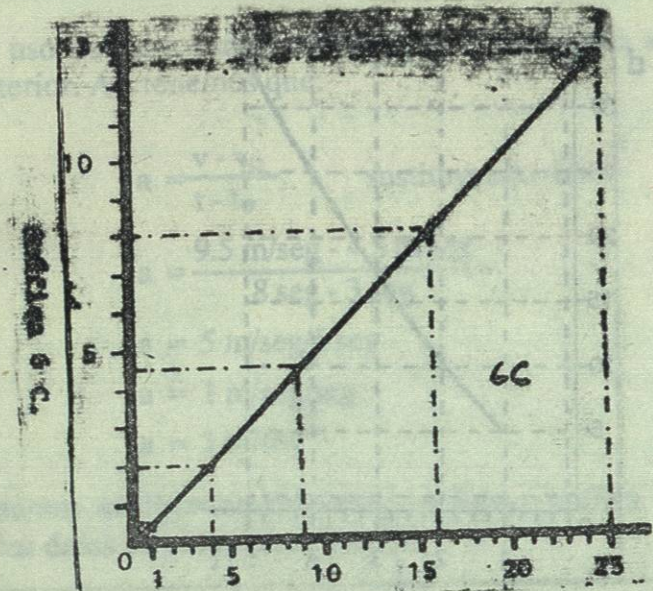


Gráfica 6 A.

Y graficando los datos del renglón 6 con los del renglón 4, obtenemos la gráfica 6 C. En esta gráfica obtenemos una línea recta.



Gráfica 6 B.



Haciendo la misma consideración que se hizo con la gráfica de movimiento constante, ya que obtuvimos una línea recta, tenemos:

$$d - v_0 t \propto t^2$$

quitando el símbolo de proporcionalidad:

$$d - v_0 t = kt^2$$

siendo $k = 1/2a$, donde "a" es la aceleración.

$$d - v_0 t = 1/2at^2$$

despejando

$$d = v_0 t + 1/2at^2$$

$$a = 2(d - v_0 t)/t^2$$

Ejemplo # 1

$$d = 5.0 \text{ m}, t = 1 \text{ seg}, v_0 = 4.5 \text{ m/seg}$$

$$a = 2(5 \text{ m} - 4.5 \text{ m/seg}/1 \text{ seg})/1 \text{ seg}^2$$

$$a = 1 \text{ m/1 seg}^2$$

$$a = 1 \text{ m/seg}^2$$

De los resultados de la gráfica 6c podemos concluir que las distancias obtenidas en el renglón 6, son las distancias recorridas por el movimiento debido exclusivamente a la aceleración; y las distancias obtenidas en el renglón 5 son las derivadas de la velocidad inicial, si actuará como una velocidad constante.

$$d \propto t^2$$

$$d = kt^2$$

Ejemplo # 2

$$d = 1/2 at^2$$

$$d = 12.5 \text{ m}, t = \text{seg}, a = ?$$

despejando:

$$a = 2d/t^2$$

$$a = 2 \times 12.5 \text{ m}/25 \text{ seg}^2$$

$$a = 1 \text{ m/seg}^2$$

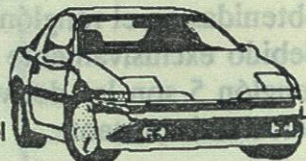
LA GRAN CARRERA (CUENTO)

- ¡ Miren cuánta gente!

- Es que hoy es el gran duelo entre dos grandes de las carreras.

- Oye, Esteban, ¿los ves?

- Sí, sí ¡miren!, el del automóvil azul es Raúl y el del anaranjado es Mario.



- Fíjense en el marcador. Hoy habrá una novedad. ¿Ven esos velocímetros? Pues en ellos podemos ver las velocidades a las que vayan corriendo cada uno de los competidores.

- Además, en el marcador hay un reloj.

- Ya va a empezar la carrera.

- Yo le voy a Mario.

- ¡Cállense!, que ya empieza.

- ¿Vieron? ¡Qué acelerón dio Mario!

- ¿Qué es la aceleración?

- Cuando un cuerpo, por ejemplo, el automóvil, cambia su velocidad, se dice que está experimentando una aceleración. Como vieron, Raúl cambió su velocidad de 0 (ya que estaba parado o en reposo) a 60 km/hr. Por lo tanto, aceleró.

- Mario también aceleró, pues cambió su velocidad.

- Sí, pero solamente de 0 a 40 km/hr.

- No dejes que te rebasen, Raúl.

- Aaaaah...

- Malvado gato, al atravesarse ocasionó que Mario frenase.

- Entonces, al frenar, cambió su velocidad, ¿verdad?

- Y por lo tanto, también aceleró.

- Sí, pero ahora la aceleración fue negativa

- ¡Qué frenazo tan brusco dio Mario!

- Sí, ¿vieron?, cambió su velocidad de 200 km/h a 30 km/h en 5 seg.

- Su aceleración hubiera sido otra si hubiera cambiado su velocidad en media hora, ¿verdad?

- ¿Y por qué otra aceleración, si el cambio de velocidad es el mismo?

- No, no es la misma aceleración, porque como viste, Mario cambió su velocidad en 5 seg y lo hizo en forma tremendamente violenta.

- Si hubiese cambiado de 200 a 30 km/h en media hora, su movimiento hubiera sido más gradual y no se habrían gastado tanto las llantas.

- Sí, pues en ese caso, el cambio de velocidad hubiera ocurrido en un tiempo mayor.

- Entonces, mientras menor sea el tiempo en que ocurre un cambio de velocidad, ¿mayor es la aceleración?

- Así es, mayor aceleración significa cambio de velocidad más brusco.

- Mientras menor sea la aceleración, más suave será el cambio de velocidad.

- ¡Miren!, ya vienen en la recta final.

- Y Raúl viene adelante... ¡Raúl gana!

- Qué mala suerte la de Mario, si no hubiera sido por el gato, seguramente habría ganado.

- Sí, logró acercarse mucho a Raúl, a pesar de que tuvo que frenar. Recuperó mucho tiempo.

LA DISCUSIÓN DE LA CARRERA DE AUTOS.

- Todavía no entiendo eso de que la aceleración es mayor, ¿cuando qué?
- Cuando el cambio de velocidad ocurre en menor tiempo.
- Vengan y hagamos unos cálculos.
- Para empezar, calcularemos el cambio de velocidad de Mario, cuando se le cruzó el gato. Cambio de vel. = $v_{fin} - v_{inic}$
- Entonces, cuando frenó Mario ¿cuál fue el cambio de velocidad?
- La velocidad final fue de 30 km/h, según indicó el marcador.
- Y la velocidad inicial fue de 200 km/h: $v = 30$ km/h y $v_o = 200$ km/h.
- Transformando a m/seg, $v = 8.33$ m/seg y $v_o = 55.55$ m/seg.
- Por lo tanto:
 - cambio de vel = $v_{fin} - v_{inic}$
 - $v = v - v_o$
 - $v = 30$ km/h - 200 km/h
 - $v = 8.33$ m/seg - 55.55 m/seg
 - $v = -47.22$ m/seg
- ¡Se obtiene un número negativo! ¿y eso?
- No te asustes, el número negativo nos indica que la velocidad del automóvil disminuye, o sea, que frenó. El coche tuvo que reducir su velocidad inicial en 170 km/h. (47.22 m/seg) para llegar a 30 km/h (8.33 m/seg), ¿de acuerdo?.
- Susana, ¿en cuánto tiempo frenó Mario?
- En 5 segundos.
- La aceleración de un cuerpo se define de la siguiente manera: Cambio de velocidad por unidad de tiempo, y se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{aceleración} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{Tiempo en que ocurre el cambio de velocidad}}$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

- Sustituyendo en esta fórmula los valores, tenemos:

$$\text{aceleración} = \frac{-47.22 \text{ m/seg}}{5 \text{ seg}}$$

$$a = -9.44 \text{ m/seg/seg}$$

$$a = -9.44 \text{ m/seg}^2$$

- ¿Y si hubiera frenado en media hora?

- Media hora son 1800 seg.

- En ese caso, la aceleración hubiera sido:

$$\text{aceleración} = \frac{-47.22 \text{ m/seg}}{1800 \text{ seg}}$$

$$a = -0.0262 \text{ m/seg}^2$$

- En este caso, el valor de la aceleración fue menor que en el primero, y como también recordarán, el movimiento hubiera sido más gradual.

- Eso es lo que nos decía Héctor; mientras mayor es la aceleración, más violento es el movimiento.

- Todavía estoy intrigado por lo del signo. Daniel dice que la aceleración fue negativa porque Mario frenó. Entonces, ¿qué sucedió al arrancar?

- Ya te la pusieron difícil Daniel.

- ¡Tranquilo! No se alboroten. Recordemos que Raúl arrancó y cambió su velocidad de 0 a 60 km/h (16.67 m/seg) en 2 segundos.

- Bien.

- En este caso:

$$v_{inic} = 0 \text{ km/h}$$

$$v_{fin} = 60 \text{ km/h}$$