

Mayores Sistemas del Mundo, donde aparecen dos personajes, uno representa a Ptolomeo y otro la teoría de Copérnico, que exponen sus puntos de vista a un tercero. Por tal libro, Galileo fue acusado ante la Inquisición por cargo de herejía y tuvo que renunciar a todas sus ideas.

Galileo decidió concentrarse nuevamente en la Mecánica y este trabajo condujo al libro **Discursos y Demostraciones Matemáticas sobre las Nuevas Ciencias Relativas a la Mecánica y el Movimiento Local (1638)** al que generalmente se le da el nombre de **Las Dos Nuevas Ciencias**. Este libro marcó el principio del fin de la teoría medieval sobre la mecánica y de toda la cosmología aristotélica.

Para ese entonces, Galileo ya estaba viejo, enfermo y casi ciego. Y sin embargo, como en todas sus escritas, su estilo sigue siendo vivaz y delicioso. De la misma forma como lo había hecho en **Los Dos Mayores Sistemas del Mundo**, presenta sus ideas en forma de conversación entre tres personajes.

1er. SEMESTRE.

UNIDAD V.

"CINEMÁTICA"

Es interesante hacer comparaciones de las distancias recorridas en determinados tiempos por el hombre; con las de aquellos animales cuyas lentitudes se han hecho proverbiales, como lo son los del caracol y de la tortuga. El caracol tiene bien merecida la fama que se le atribuye en los refranes: ya que recorre 1.5 mm. cada segundo, ó 5.4 metros por hora, es decir, exactamente mil veces menor que la del hombre al paso. El otro animal clásicamente lento, no adelanta mucho al caracol porque ordinariamente recorre 70 metros en una hora.

Podemos hacer muchas comparaciones, pero al tiempo esta unidad lo podrás hacer con mayor facilidad, ya que serás capaz de:

OBJETIVOS:

- *1.- Distinguir los conceptos de Mecánica, Cinemática y Dinámica.
- *2.- Diferenciar los tres tipos de movimientos: traslación, de rotación y de vibración.
- *3.- Diferenciar entre distancia y desplazamiento.
- *4.- Distinguir entre velocidad, rapidez y rapidez media.

*5.- Explicar los conceptos de velocidad, velocidad uniforme, velocidad variable, velocidad media y velocidad instantánea.

*6.- Resolver, a partir de los datos apropiados, problemas relacionados al movimiento rectilíneo uniforme.

7.- Graficar, a partir de datos obtenidos en experimentación, sobre un par de ejes coordenados, la velocidad constante.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee el tema " El movimiento de las cosas"

Lee en tu libro de texto el capítulo Cinemática.

2.- Analiza y memoriza cada uno de los términos, antes de seguir con los demás objetivos.

3.- Analiza a fondo los problemas resueltos en tu libro de texto.

4.- Resuelve los problemas dados en el libro, tratando de obtener las respuestas incluidas al final del problema.

5.- Resuelve problemas de otros textos de física que tengas a tu alcance, ya que la práctica es lo que hará que obtengas mejores resultados.

*6.- Realiza un experimento en tu casa, con algún juguete, ya sea de cuerda o con motor de pilas, midiendo el tiempo que tarda en recorrer; 0.5 m, 1.00m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5. , y 3.0 m. Después grafica los resultados en un par de ejes coordenados. Entregarás al maestro un reporte de este exp.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar en hojas tamaño carta, los problemas del 1 al 7 del capítulo VII del libro de texto.

CAPITULO V

EL LENGUAJE DEL MOVIMIENTO

5-1

EL MOVIMIENTO DE LAS COSAS

Este mundo está lleno de cosas en movimiento: algunas tan pequeñas como el polvo y otras tan grandes como las galaxias, pero todas en movimiento continuo. Este libro puede parecer que está tranquilamente puesto sobre el escritorio, pero cada uno de sus átomos está vibrando constantemente. El aire aparentemente quieto a su alrededor, consiste de moléculas que dan tumbos en forma violenta a diferentes velocidades y la mayoría de ellas son tan rápidas como pequeñas balas de un rifle. Rayos de luz cruzan el cuarto, cubriendo la distancia de pared a pared en lapsos de un cienmillonésimo de segundo, y vibrando cerca de diez millones de veces durante este tiempo. Aún el globo terráqueo, con su majestuosa magnitud, se mueve casi 29 kilómetros por segundo alrededor del Sol.

Hay una antigua máxima que dice: "Ignorar el movimiento es ignorar la naturaleza". Por supuesto, no podemos investigar todos los movimientos, ni siquiera los de los objetos que son únicamente terrestres. Así que vamos a escoger, en este mundo nuestro que gira, cambia y vibra, un solo objeto en movimiento y examinémoslo. Debe ser algo interesante pero típico y sobre todo, manuable. Después, vamos a describir su movimiento.

Pero dónde empezamos? Usaremos una máquina, como por ejemplo un cohete o un automóvil?. Aunque son hechas y controladas por los humanos, las máquinas y sus partes se mueven en formas rápidas y complicadas. Realmente deberíamos empezar con lo más lento y simple, algo que nuestros ojos puedan seguir con detalle. Entonces, qué tal si tomamos un pájaro en vuelo, o una hoja que cae de un árbol?.

Desde luego que en toda la naturaleza no hay movimiento más común que el de una hoja que cae suavemente de una rama. Podemos describir su caída y explicarla?. Piénsalo: pronto se darán cuenta de que aunque este movimiento puede ser natural, es muy complicado. La hoja al caer, se tuerce y da vueltas, va hacia la derecha y hacia la izquierda, hacia adelante y hacia atrás. Aún un movimiento tan ordinario como éste, puede resultar más complicado que el de las máquinas y aunque pudiéramos

describirlo con todo detalle, qué ganaríamos?. No hay dos hojas que caigan exactamente de la misma manera. Por lo tanto, cada hoja requeriría su propia descripción detallada y esta individualidad es típica de casi todos los sucesos que ocurren en la naturaleza.

Así que nos enfrentamos a un problema. Queremos describir el movimiento, pero lo que encontramos bajo circunstancias comunes parece ser demasiado complejo. Qué haremos?. Vayamos a un lugar en el que podamos separar los simples ingredientes que componen todos los complejos fenómenos naturales y donde podamos hacerlos visibles más fácilmente para nuestros limitados sentidos humanos.

Con el instrumento que se usa en los automóviles, que tan rápido viajan. Este instrumento nos indica, en cualquier momento que lo deseemos, la rapidez con la que un carro se está moviendo. Todo mundo sabe leer este medidor, uno de los más comunes para nosotros, aunque muy pocos sabemos claramente cómo funciona. Piensen ustedes cómo se expresa la rapidez. Decimos, por ejemplo, que un automóvil está moviéndose a 60 kilómetros por hora. Esto quiere decir, que si el carro continúa moviéndose a la misma rapidez que tenía cuando leíamos el medidor, se habrá desplazado una distancia de 60 kilómetros en el intervalo de una hora. O también podemos decir que el carro se movería un km. en 1/60 de hora, o 6 km. en 1/10 de hora. De hecho, podemos usar cualquier distancia o intervalo de tiempo cuya proporción fuera de 60 km. por hora.

Desgraciadamente, no se puede instalar un medidor de automóvil a una bala, o a muchos otros objetos. Sin embargo, hay una forma de medir su rapidez que en muchos casos resultará interesante para nosotros.

Como una guía, piensen en lo que harían si el medidor de su automóvil estuviera descompuesto y quisieran saber con qué rapidez iban viajando sobre la carretera. Podrían hacer una de dos cosas y el resultado sería el mismo: Contar los números de las mojoneras que pasaran en el transcurso de una hora, o de alguna fracción conocida de esa hora y determinar la rapidez promedio por medio de la proporción entre kilómetros y horas. O bien, podrían determinar el tiempo que les toma llegar de una marca a la siguiente, o a otra marca cuya distancia fuera conocida, y encontrar otra vez la rapidez promedio como una

proporción de kilómetros a horas.

Cualquiera de los dos métodos proporcionan, por supuesto, una rapidez promedio del intervalo en el cual se midió esta rapidez, que no es lo mismo que la rapidez instantánea, o sea la rapidez que podríamos conocer en cualquier momento, como lo podría dar un instrumento, pero por ahora es suficiente. Después de que sepamos calcular correctamente la rapidez promedio, veremos un modo sencillo de obtener la rapidez instantánea.

Para encontrar la rapidez promedio de un objeto, medimos la distancia a la que se desplaza y el tiempo que le toma hacerlo y después dividimos la distancia entre el tiempo. La rapidez está dada en kilómetros por hora, o en metros por hora, metros por segundo, dependiendo de las unidades que hayamos usado para medir tanto la distancia como el tiempo.

En muy pocas ocasiones nos encontraremos, con que un cuerpo recorre distancias iguales en intervalos de tiempo iguales, lo cual llamaríamos una rapidez constante o uniforme. Si nos pusieramos a pensar en estos resultados, realmente son muy poco comunes. Ni los automóviles, ni los aviones o barcos se mueven en línea recta a una rapidez constante y precisa.

LOS 50 METROS DE RAMON Y EL SIGNIFICADO DE LA RAPIDEZ PROMEDIO.

Consideremos la situación en una competencia de natación donde al final de cada carrera se anuncia el nombre del ganador, o sea el nadador que hizo el tiempo más corto. En cualquier carrera, digamos los 100 metros de dorso, cada nadador debe recorrer la misma distancia. Por lo tanto, el nadador que haga el tiempo menor será también el que tenga la rapidez promedio más alta al cubrir la distancia y la proporción de la distancia recorrida entre el tiempo transcurrido, nos da la rapidez promedio. Esta relación la expresamos con la siguiente ecuación:

$$\text{rapidez promedio} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

¿Qué información podemos obtener del conocimiento de la rapidez promedio?. Podemos contestar a esta pregunta estudiando un ejemplo de la vida real.

Ramón no es el nadador más rápido del mundo en estilo libre, pero no se necesita una una rapidez olímpica para lo que queremos hacer. Tomamos el tiempo de Ramón al nadar de ida y vuelta en una alberca, la cual mide 25 metros de longitud, y le tomo 56.2 seg. nadarla de ida y vuelta. Por lo tanto, su velocidad promedio en la distancia total de 50 m. fue como sigue:

$$50 \text{ m.} / 56.2 \text{ seg.} = 0.89 \text{ m/seg}$$

Nadó Ramón los 50 metros a una rapidez uniforme, o constante?. De lo contrario, cuál de los dos tramos lo nadó más rápidamente, cuál fue su mayor rapidez?.Cuál fue la menor?, qué rapidez llevaba cuando pasó los 10 metros, los 18 metros, los 45 metros?. Cuando se está entrenando para una competencia es conveniente saberlo, pero hasta ahora no tenemos modo de contestar ninguna de estas preguntas. La cifra 89 m/seg. probablemente sea lo que más se pueda aproximar para describir con una sola cifra todo el suceso.

Para comparar la rapidez de Ramón en diferentes partes del recorrido, necesitamos observar los tiempos y las distancias cubiertas.

Colocamos observadores que tenían que poner a funcionar sus cronómetros cuando se diera la señal de salida a intervalos de 5 m. desde la marca o a todo lo largo de la alberca. Cada observador tenía dos relojes; Paraba uno cuando Ramón pasaba frente a él de ida, y paraba el otro cuando pasaba de regreso. Los datos se tabularon como sigue:

d	t	d	t
0.0	0.0	30.0	26.5
5.0	2.5	35.0	32.0
10.0	5.5	40.0	39.5
15.0	11.0	45.0	47.5
20.0	16.0	50.0	56.2
25.0	22.0		

A partir de estos datos podemos determinar en forma separada la rapidez promedio de Ramón en los primeros 25 metros y en los últimos.

$$\begin{aligned} \text{rapidez promedio para los primeros 25 m.} &= \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}} \\ &= 25.0 \text{ m} / 22 \text{ seg} \\ &= 1.10 \text{ m/seg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{rapidez promedio en los últimos 25 m.} &= \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}} \\ &= 25 \text{ m} / 56.0 \text{ seg} - 22.0 \text{ seg} \\ &= 25 \text{ m} / 34 \text{ seg} \\ &= 0.735 \text{ m/seg} \end{aligned}$$

Ahora vemos claramente que Ramón no nadó con velocidad uniforme. Nadó la primera mitad mucho más rápidamente (1.10 m/seg) que la segunda mitad (0.74 m/seg). Debemos notar que la rapidez promedio (0.89 m/seg) no describe cada mitad muy bien. Tanto aquí, como más adelante notaremos que en un estudio de movimiento habrá mucha más variación mientras más complicado sea nuestro sistema de medición.

En un momento más continuaremos estudiando los datos que obtuvimos del recorrido de Ramón, este análisis es importante, puesto que los conceptos que estamos desarrollando para este tipo de movimiento tan común van a ser empleados más adelante para hablar de otros tipos de movimiento, desde el de los planetas hasta el de los átomos. Pero ahora vamos a mostrarles una forma de escritura que simplificará nuestra definición de la rapidez promedio:

$$\text{rapidez promedio} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

En una forma más concisa de expresarlo y que establece exactamente los mismo es:

$$v_{pr} = d / t$$

En esta ecuación, v_{pr} es el símbolo de la rapidez promedio, Δd es el símbolo del cambio de posición y Δt es el símbolo del intervalo del tiempo transcurrido. El símbolo Δ es la cuarta letra del alfabeto griego y se llama delta. Cuando precede a otro símbolo, significa "cambio". Por lo tanto, Δd significa "cambio en d " o el "intervalo de la distancia". De la misma manera, Δt simboliza "cambio en t " o el "intervalo de tiempo".

Ahora podemos regresar a los datos anteriores y calcular la rapidez promedio de Ramón para cada intervalo de 5 metros, desde el principio hasta el final. Esto se hace fácilmente, sobre todo si volvemos a organizar los datos como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA 1

d	t	Δd	Δt	$\Delta d / \Delta t$
0.0 m.	0.0 seg	5.0 m.	2.5 seg	2.0 m/seg
5.0	2.5	5.0	3.0	1.7
10.0	5.5	5.0	5.5	0.9
15.0	11.0	5.0	5.0	1.0
20.0	16.0	5.0	6.0	0.8
25.0	22.0	5.0	4.5	0.9
30.0	26.5	5.0	5.5	0.666
35.0	32.0	5.0	4.5	0.625
40.0	39.5	5.0	8.0	0.526
45.0	47.5	5.0	9.5	
50.0	56.0			

Los valores de v_{pr} calculados a intervalos de 5 metros para la primera vuelta, están calculados en la columna de la derecha. Faltan los valores de la segunda vuelta para que ustedes los calculen.

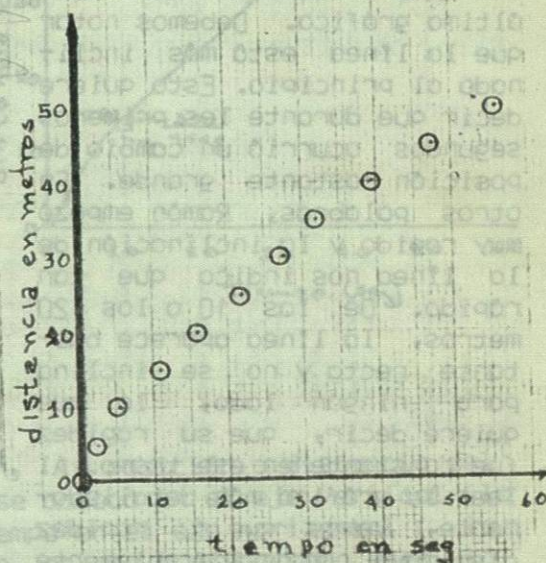
Hay muchos más detalles que podemos ver en la tabla. Si observamos la columna de la rapidez, veremos que, como era de esperarse, la rapidez de Ramón fue mayor al iniciar el recorrido. Su salto de arranque en el agua dió más rapidez; en la mitad de la primera vuelta, nadó a un ritmo bastante regular, y

disminuyó su rapidez al llegar a los primeros 25 metros. Usen sus propias cifras para ver que paso en los últimos 25 metros.

Aunque hemos determinado su rapidez en varios intervalos en el recorrido, seguimos considerando rapidez promedio. Los intervalos son más pequeños, 5 m. en lugar de 50, pero todavía no sabemos los detalles de lo que paso dentro de los intervalos de 5 metros. Por lo tanto, sabemos que la rapidez promedio entre los 15 y los 20 metros fue de 1.0 m/seg. Pero aún no sabemos como calcular la rapidez en el preciso instante en que estaba, digamos, en los 18 o 20 metros. Aún así, el cálculo del intervalo de 5 metros entre los 15 y los 20 metros es más exacto que el del promedio del total de los 50 metros, o de una de las mitades, o sea 25 metros. Luego volveremos a ver el problema de determinar la "rapidez en un determinado instante y lugar".

GRAFICAS DEL MOVIMIENTO Y COMO ENCONTRAR LA PENDIENTE.

Que podemos averiguar acerca del movimiento, si hacemos una gráfica con los datos, en lugar de escribir las cifras en una tabla? Vamos a ver que sucede trazando una gráfica de distancia contra tiempo, usando los datos del recorrido de los 50 metros de Ramón. Como lo muestra la siguiente gráfica. Todo lo que sabemos son los puntos que corresponden a cada uno de los datos:



Cada punto de la gráfica nos muestra el momento en que Ramón llegó a una determinada posición en el recorrido. En la siguiente gráfica, hemos dibujado líneas rectas punteadas entre cada uno de los puntos.

No sabemos realmente cuáles fueron los valores entre los puntos marcados. Por lo tanto, las conexiones mediante líneas