PREPARATORIA 15
UANL

1974 X ANIVERSARIO 1984

FISICA I
PRIMER SEMESTRE

Preparatoria Núm. 15

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

QC30
.G87
v.1

1020115153

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
ALERE FLAMMAM VERITATIS

BIBLIOTECA CENTRAL
Sección Libro Alquilado

LIBRO No. 2942
FECHA Agosto 24/84

ADVERTENCIA

Cumple con el plazo, otros necesitarán el mismo libro.
Cuida los libros, son tuyos y de la Universidad. Si DAÑAS UN LIBRO tienes que sustituirlo.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPILLA ALFONSINA
UANL
LIBRO ALQUILADO

2942

F Í S I C A   I.

Preparatoria No. 15
SECRETARIA

Ing. José Luis Gutiérrez Alvarado.

Ing. Juan Francisco Salazar Rodríguez.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
PREPARATORIA 15
UANL
2942

999531
QC30
.G87
V.1
CAPILLA ALFONSINA
FONDO UNIVERSITARIO
118227

Í N D I C E.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
2142

CAP. PÁG.

CAP. PÁG.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Í N D I C E.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCIÓN.

Hace aproximadamente veinte años que la regla de cálculo y el calculador de escritorio eran las principales herramientas disponibles para cualquiera que deseara operaciones matemáticas muy complejas. Hoy en día es común el uso del computador digital para este fin. La serie de desarrollos tecnológicos que produjeron este cambio, los cuales ya figuran entre las hazañas en la historia del progreso, proporcionaron al hombre una herramienta sin precedentes para cambiar su medio ambiente.

Claro que con este texto no vas a adquirir el conocimiento del manejo, su forma de operación, ni mucho menos la estructura interna de una computadora, pero al pertenecer a una serie de desarrollos tecnológicos tiene una muy seria relación con la Física.

La Física, al ser la ciencia que estudia los fenómenos naturales, con sus principios elementales, tuvo que conducir a un estudio más profundo y de ahí el diseño de la computadora.

Ahora bien, el objetivo de este curso es considerar la Física a un nivel elemental para la comprensión del alumno que más tarde se dedicará al estudio más profundo de esta materia en su carrera profesional, para el estudiante que hará menos uso de la misma en su carrera y aún para aquel estudiante que sólo le servirá para entender básicamente los fenómenos de la vida diaria.

Los autores consideramos además, que presentar muchos ejemplos para mostrar los puntos destacados del programa, es la clave de un buen texto de Física. Pero los ejemplos por resolver conducirán a una mayor comprensión.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las partes que integran un curso completo de Física son:

MECÁNICA
PROPIEDADES DE LA MATERIA
CALOR
MOVIMIENTO ONDULATORIO
LUZ
ELECTRICIDAD
MAGNETISMO
MECÁNICA CUÁNTICA
FÍSICA ATÓMICA
FÍSICA NUCLEAR

Sin embargo, es conveniente reconocer que el mayor énfasis ha sido puesto no tanto en los temas que deben ser tratados durante el curso, como en la índole misma de la enseñanza que debe ser esencialmente formativa y no informativa. Es decir, se intenta preparar personas capaces de enfrentarse a los nuevos problemas por venir, en lugar de individuos atiborrados de conocimientos tradicionales, pero carentes de criterio y sin hábito de razonar. En los temas se dan ejemplos de la vida real para que posteriormente induzcas tu capacidad de razonamiento.

La Física requiere métodos de estudio enteramente diferentes a los requeridos en otras materias tales como la Historia. En Física se aprende a aplicar la Física. Tienes que proveerte de métodos para resolver problemas y tales métodos sólo se aprenden tras una práctica dura y constante.

El alumno que generalmente "sale mal" en un examen de Física, generalmente pertenece a uno de estos dos tipos:

El que trata de aprender en un día, o una hora o dos antes del examen, todos los problemas y conceptos asignados para el examen.

Y el que no se da cuenta de que no sabe nada hasta que llega el examen. Ha estudiado con sus amigos y ellos le han ayudado en los problemas difíciles. De hecho, puede que haya aprendido cómo resolver estos problemas después de ser ayudado. Pero esto no es suficiente, tus amigos no pueden ayudarte en el momento del examen con los nuevos problemas que ahí se ponen. No sólo debes saber cómo se resuelven los problemas asignados, sino que has de conocer a fondo los conceptos para entender igualmente bien otros nuevos problemas que contengan esos mismos conceptos. Esto requiere un razonamiento inteligente de los principios fundamentales de cada problema y no la mera memorización de un método de resolución.

Te sugerimos que ensayes tu capacidad una y otra vez. Si no puedes empezar a resolver un problema después de un tiempo razonable, probablemente no entiendas los principios sobre lo que se basa. Consigue ayuda para resolverlo. Descansa un poco e intenta resolverlo solo sin mirar su solución. Luego prueba a resolver otro problema de tu elección que sea parecido. Ensáyate a tí mismo continuamente con nuevos problemas y preguntas.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1er. SEMESTRE. UNIDAD I.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA FÍSICA.

El desarrollo de la humanidad está fundamentado en las ciencias, especialmente en la Física, sin ella, no tendríamos ese desarrollo tecnológico que disfrutamos con el transporte, comunicaciones, viviendas y edificios, etc., de nuestros tiempos. Es por esto tan importante comprender esta ciencia antes de iniciar su estudio.

OBJETIVOS.

1.- Distinguirá los aspectos teóricos del método científico y sus implicaciones en el estudio de la Física.

2.- Definirá el concepto de Física y su objeto de estudio.

3.- Explicará la importancia de la Física en la sociedad.

4.- Explicará el desarrollo histórico de la Física.

5.- Establecerá la relación existente entre la Física y otras ciencias afines.

6.- Definirá el concepto de cantidad física (número y unidad).

7.- Expresará el concepto de sistema de medición.

8.- Mencionará las tres cantidades físicas que son considera das fundamentales.

9.- Reconocerá las unidades patrón del sistema S.I. (M.K.S. y c.g.s.) e Inglés.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee en forma general el capítulo I y los puntos 2-1, 2-2 del capítulo II.

2.- Subraya lo más importante del material para esta unidad.

3.- Realiza un resumen de lo subrayado.

4.- Extracta las definiciones que encuentres.

5.- Cualquier duda que tengas sobre este material, consúltala con tu maestro o con tus compañeros.

NOTA: Como requisito le entregarás a tu maestro el trabajo que él te indique en hojas tamaño carta y con la mejor presentación posible.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO I.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA FÍSICA.

1-1 EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Más de una vez te habrás preguntado, en un día de campo, por qué el cielo es azul. Sabes qué es aire y que este mismo aire no tiene color en tu cuarto. A lo mejor te llovió en el día de campo y viste al arco iris con sus siete colores, y no supiste por qué los tiene.

Te darás cuenta que el mundo está constituido por innumerables cosas relacionadas entre sí, dependiendo unas de otras, en un orden maravilloso. La generalidad de la gente no ve más que ese orden y las relaciones más aparentes. El científico va más allá de las apariencias y no se contenta con ver, trata de explicarse lo que ve; y no es que el científico se trace un plan para explorar lo desconocido, sino que es toda una actitud que le proporciona una orientación según la cual pueda deducir, con confianza, conceptos generales de las impresiones que el hombre capta a través de los sentidos.

El verdadero científico que desea llegar a conclusiones válidas, se guía por los pasos o etapas de método científico que son: la observación, el problema, la hipótesis, la experimentación y la teoría.

(*La observación.* Todo conocimiento de algo comienza por la observación de un hecho, el análisis de un fenómeno. Al estudiar este hecho o fenómeno repetidas veces, lo estamos ya investigando con el objeto de obtener mayor número de datos, de enriquecer y ampliar la observación que, ya sistematizada nos proporcionará bases positivas, más firmes para el conocimiento que se pretenda.)

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee en forma general el capítulo I y los puntos 2-1, 2-2 del capítulo II.

2.- Subraya lo más importante del material para esta unidad.

3.- Realiza un resumen de lo subrayado.

4.- Extracta las definiciones que encuentres.

5.- Cualquier duda que tengas sobre este material, consúltala con tu maestro o con tus compañeros.

NOTA: Como requisito le entregarás a tu maestro el trabajo que él te indique en hojas tamaño carta y con la mejor presentación posible.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO I.

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA FÍSICA.

1-1 EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Más de una vez te habrás preguntado, en un día de campo, por qué el cielo es azul. Sabes qué es aire y que este mismo aire no tiene color en tu cuarto. A lo mejor te llovió en el día de campo y viste al arco iris con sus siete colores, y no supiste por qué los tiene.

Te darás cuenta que el mundo está constituido por inumerables cosas relacionadas entre sí, dependiendo unas de otras, en un orden maravilloso. La generalidad de la gente no ve más que ese orden y las relaciones más aparentes. El científico va más allá de las apariencias y no se contenta con ver, trata de explicarse lo que ve; y no es que el científico se trace un plan para explorar lo desconocido, sino que es toda una actitud que le proporciona una orientación según la cual pueda deducir, con confianza, conceptos generales de las impresiones que el hombre capta a través de los sentidos.

El verdadero científico que desea llegar a conclusiones válidas, se guía por los pasos o etapas de método científico que son: la observación, el problema, la hipótesis, la experimentación y la teoría.

(*La observación.* Todo conocimiento de algo comienza por la observación de un hecho, el análisis de un fenómeno. Al estudiar este hecho o fenómeno repetidas veces, lo estamos ya investigando con el objeto de obtener mayor número de datos, de enriquecer y ampliar la observación que, ya sistematizada nos proporcionará bases positivas, más firmes para el conocimiento que se pretenda.)

La observación puede ser directa o indirecta. Es directa la que hacemos a base de los órganos de los sentidos: vista, tacto, gusto, olfato, oído. Es indirecta la que sólo observa efectos como lo es la expresión mental, el núcleo atómico, el magnetismo, etc.

Una sola observación personal carece de valor científico o de valor interpretativo. Para que adquiera validez, es necesario que se repita varias veces en diferentes lugares y por muchas personas. Un hecho observado una sola vez no constituye un hecho científico, los sucesos únicos no forman parte de la ciencia.

El problema. Todo el que observa, todo investigador, vive en inquietud constante por aquello que observó. Lo observado representa un reto a su ignorancia o a su saber y de allí surgen las preguntas y el problema constante de ¿cómo sucedió esto?, ¿qué hace que esto suceda?, ¿por qué sucede así?, ¿cuál es la causa que produce tal efecto?, etc.

Sólo un buen observador puede conectar un hecho o un acontecimiento con un problema y diagnosticar lo que verdaderamente tiene valor, plantear adecuadamente un problema es preguntar con propiedad. Todos pueden preguntar, pero hacerlo bien es un arte superior.

El correcto planteamiento de un problema sobre la observación nos lleva a la elaboración de una hipótesis.

La hipótesis o suposición. Como resultado del planteamiento de un problema nos encontramos frente a una serie de caminos por seguir para llegar a una explicación cierta. El problema podra tener muchas respuestas pero una será la verdadera.

El método científico en este paso hace más conjeturas hasta probar o negar su validez, proceso que requiere de mucho material, equipo y tiempo. Muchas veces la vida de un investigador no es suficiente para completar las experiencias

necesarias para asentar la validez de una hipótesis.

Lo ideal sería encauzar y reducir las conjeturas a un "sí" o a un "no", o sea, simplificar o deducir algo. La mayoría de las veces la respuesta consiste en un "quizás" o un "tal vez", lo que nos lleva a continuar buscando negativas o confirmación absoluta de un hecho y de allí la necesidad del siguiente paso, la experimentación.

La hipótesis, después de una larga investigación y muchas experiencias, deja de ser hipótesis y se transforma en teoría.

La experimentación. La experimentación es uno de los pasos más difíciles del procedimiento científico. Experimentar no es hacer experimentos o manipular cosas, sino coordinar los hechos y las experiencias con las hipótesis, la comprobación de las conjeturas y las deducciones con los fenómenos observados, agregando continuamente nuevas informaciones que confirmen o rechacen la hipótesis y las teorías y nos permite obtener un conocimiento como verdadero.

En este paso separamos definitivamente el conocimiento empírico y el conocimiento científico.

La observación de un hecho, el plantearse un problema sobre ese hecho y permitirse algunas conjeturas o hipótesis sobre ese problema son conocimientos empíricos u opiniones comunes. El investigador razona, experimenta, organiza todo conocimiento para hacer ciencia. La experimentación es la única que nos muestra las evidencias necesarias de un hecho para hacer de él un conocimiento científico; sólo el amplio espacio de esa experimentación nos garantiza una conclusión científica, una teoría.

La teoría, principio o ley. Como resultado final de los pasos anteriormente citados, se llega a la formulación de una o de varias teorías; ellas expresan toda posibilidad de adaptarse a límites amplios, universalmente demostrados y acepta-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

dos como válidos.

Una teoría debe estar respaldada por científicos de diferentes centros de investigación y poseer un alto grado de posibilidades de aplicarse como leyes naturales, que sirvan de base a nuevos propósitos y que aseguren un progreso permanente a la humanidad.

Las teorías que prueban universalmente su validez y que son aplicables a cierto tipo de situación, se convierten en principio o en ley.

El hacer o usar las teorías para comprender e interpretar mejor el mundo en que vivimos y fomentar el bienestar material y espiritual del hombre, son el objetivo principal del método científico.

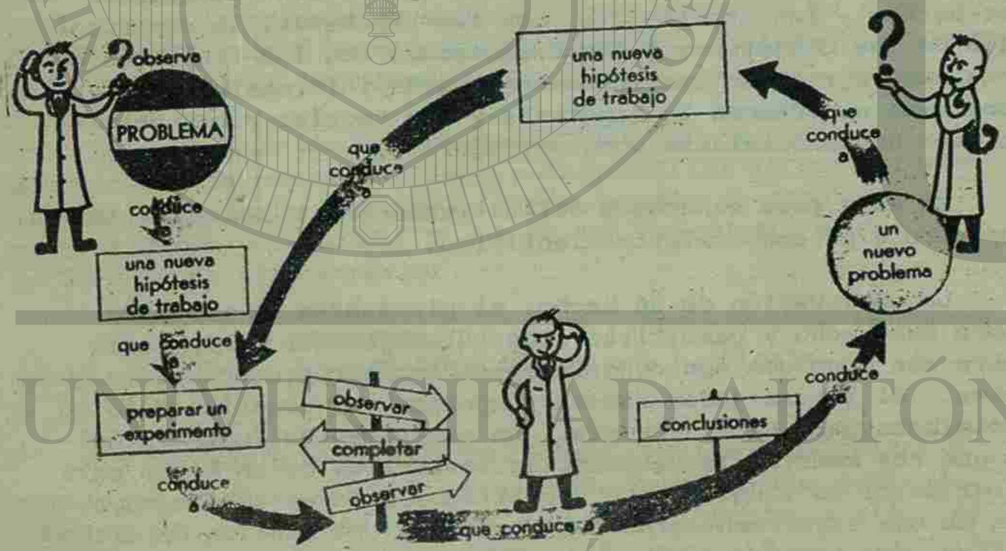


Fig. 1.

En la figura 1 puedes ver los pasos que sigue el verdadero científico para llegar a conclusiones válidas. Un ejemplo podría ser el de una persona que observa el arco iris planteándose el problema en forma de la siguiente pregunta: ¿cómo se forma el arco iris?, para después hacerse la suposición de que hay una relación entre las gotas de agua y la luz solar, posteriormente hace el experimento utilizando una manguera y dirigiendo el chorro de agua hacia el sol, observando que se forma el arco iris cuando la luz solar pasa por las gotas de agua, y llegando a la conclusión de que la luz difracta al pasar de un medio a otro. Ahora se plantea un nuevo problema preguntándose que si pasaría lo mismo si en lugar de agua se utilizara otro medio; y esto lo conduce a un nuevo experimento, utilizando ahora un prisma triangular de vidrio cristalino y una linterna, luego enciende y dirige la linterna hacia el prisma obteniendo de nuevo los colores del arco iris y concluyendo por lo tanto, de que cualquier tipo de rayo de luz se difracta al pasar de un medio a otro.

1-2 ¿QUÉ ES LA FÍSICA?

La física es la ciencia que estudia las propiedades de la materia y las leyes que tienden a modificar su estado o su movimiento sin alterar su naturaleza.

A medida que avancemos en la materia tú irás comprendiendo que es más importante saber y comprender lo que se hace en el campo de la física, y lo que es posible llegar a realizar aun cuando no logremos decir en síntesis qué es la física. Verás que es posible explicar una gran variedad de fenómenos aparentemente desvinculados entre sí, partiendo de unos cuantos principios básicos que, si se comprenden bien, serán suficientes para afrontar y resolver gran cantidad de problemas.

La física nos permite contestar las preguntas que nos hacemos; nos confiere el poder de precedir y diseñar, de comprender y de aventurarnos en lo desconocido. De lo que

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

aprendemos en la física surgen nuevas realizaciones; con las contestaciones a problemas de la física, surgen siempre nuevas preguntas, muchas de estas preguntas no se habrían formulado nunca si no se hubiera manejado la misma física.

Uno de los objetivos de la física es descubrir las "reglas" que rigen nuestro universo y para llegar a ellas debemos comenzar por investigar lo que sucede a nuestro alrededor. Ahora bien, como los primeros contactos que podemos establecer con lo que nos rodea, se hacen a través de nuestros sentidos, concluimos que el tacto, la vista, la audición y el olfato son herramientas importantes en el estudio de la física.

Antes de comenzar a desarrollarse las ciencias, los sentidos eran la única fuente de información y por esto, los fenómenos físicos se fueron clasificando de acuerdo con el sentido por el cual se percibían. Así fueron surgiendo las distintas ramas de la física: la luz, relacionada con la visión, dio origen a la óptica la cual se desarrolló como una ciencia más o menos independiente; el sonido, relacionado con la audición, dio origen a una ciencia relacionada con ella, la acústica; el calor, ligado a otra especie de sensación constituyó otra rama autónoma de la física; el movimiento, uno de los fenómenos más fácilmente observados, dio origen a la mecánica, que fue en la antigüedad una de las ramas de la física de mayor desarrollo.

Dado que los fenómenos relacionado con el elctromagnetismo no pueden observarse directamente por ninguno de nuestros sentidos, solamente después del siglo XIX, llegaron a constituir una rama organizada. La física, por consiguiente, se hallaba a principios del siglo XIX formada por un conjunto de ciencias o ramas llamadas clásicas que tenían entre sí muy poca o ninguna relación: *mecánica, calor, acústica, óptica y electromagnetismo*. Últimamente se incorporó a esas ramas clásicas la llamada física moderna, que cubre los desarrollos alcanzados en el siglo XX.

1-3 IMPORTANCIA DE LA FÍSICA EN LA SOCIEDAD.

Podemos decir que la física es una ciencia natural, puesto que estudia casi todos los fenómenos que observamos en la vida cotidiana y, más ampliamente, en el universo que habitamos (nuestro mundo y otros planetas, satélites, meteoritos, el mundo microscópico y atómico, etc.). También podemos comprobar que los resultados de los estudios e investigaciones relacionados con las ciencias naturales, son frecuentemente utilizados para fines prácticos.

Como ejemplo tenemos la aplicación de los resultados de los estudios en una rama de la física que es la mecánica (esdio del movimiento y el equilibrio de los cuerpos). Basándose en principios y leyes de la mecánica, se han diseñado maquinarias, edificios, puentes, etc., a parte de aplicaciones más complejas, como lo son el movimiento de cohetes, el diseño de reactores nucleares, etc.

Para la resolución de problemas rápidos en los que se vayan a aplicar algunos de los principios y leyes de la física se han desarrollado ciertas reglas y procedimientos basados en los resultados de las ciencias. Al conjunto de esas reglas y procedimientos se le denomina como *técnica*. Por ejemplo, la técnica de la construcción de estructuras, está basada en una parte de la mecánica que es la estática, donde se incluyen ecuaciones de equilibrio de los cuerpos, que son muy utilizadas en dicha técnica.

Otro ejemplo de mucha importancia en nuestra sociedad moderna es la *técnica de las comunicaciones*, que está basada en los resultados de experimentos de físicos que concluyeron en leyes sobre la relación entre cuerpos electrizados y magnetizados, esto es, otra parte de la física que se llama *electromagnetismo*.

En forma general, a la relación que existe entre las técnicas y las partes de la física en que éstas se basen se le llama *ingeniería*. Seguramente habrás oído mencionar la ingeniería mecánica, la eléctrica, la civil, la electrónica y de comunicaciones, la de control y computación, o la arquitectu-

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ra, la agronomía, la física nuclear o la medicina nuclear, la instrumentación médica, etc. que son otros casos que te ayudarán a comprender esa gran importancia de la física en la sociedad, ya que sin ingenieros no habría desarrollo técnico, que le proporcionara a la sociedad transporte, comunicaciones, casa o vestido; lo mismo sin agrónomos no sería posible la alimentación de nuestra población cada vez más creciente, o no habría adelantos en la medicina para poder combatir las enfermedades y, en fin, te podríamos seguir dando más y más ejemplos, pero en este momento ya te habrás convencido de que sin la física, simplemente la humanidad no habría evolucionado tanto. En otras palabras, nuestra sociedad moderna no sería la misma.

1-4 DESARROLLO HISTÓRICO DE LA FÍSICA.

"*La física es una ciencia natural que históricamente no tiene principio ni fin*". Si reflexionamos un poco sobre la frase anterior, nos daremos cuenta de un hecho muy importante, que no podemos pensar que alguien haya "inventado" la física. Siendo ésta una ciencia, el hombre sólo ha ido descubriendo gradualmente las leyes que explican los fenómenos de la naturaleza, y ha ido aprendiendo a utilizar esos conocimientos para su propio beneficio.

Para muchos historiadores, el origen de las ciencias básicas, o bien, el origen del estudio formal de las ciencias se remonta a la era de los grandes filósofos: Aristóteles, Copérnico, Arquímedes, Hipócrates, etc.; esto es hace más de 2000 años.

Aristóteles fue quien fijó los principios de esa era. Consagró la física (cuyo nombre viene del griego *physis = naturaleza*) al estudio de "todo cuanto está sujeto a movimiento", designando con el nombre de "Historia Natural" a la ciencia dedicada a la descripción y clasificación de la naturaleza. En esta misma era Arquímedes fijó sus célebres principios y Euclides (450-377 a. de J.C.) proporcionó las bases para las leyes de la reflexión de la luz. Al parecer, los griegos encontraron también las propiedades del ámbar y del magnetismo.

Los árabes heredaron gran parte de los conocimientos de la antigua Grecia, introduciendo en ellos algunos elementos propios muy apreciables. Conocieron el imán, así como la orientación de la aguja magnética, quizá debido a sus relaciones con la India, de donde debía proceder tal conocimiento.

Después, durante la Edad Media, hubo una gran tendencia a designar con el nombre de Física a la ciencia de la naturaleza, especialmente a la Medicina, y puede decirse que sólo al llegar a la Edad Moderna la Física ha adquirido verdadera personalidad propia, desligándose de las ciencias Biológicas y Médicas, de la Astronomía, etc.

A Galileo Galilei (1564-1642) se le considera como el verdadero fundador de la Física como una ciencia experimental e independiente de las demás. Fue el italiano Torricelli (1608-1647), discípulo de Galileo quien inventó, junto con su compañero Viviano, el barómetro de mercurio y descubrió la presión atmosférica, el paso del aire y una porción de cualidades características de la atmósfera.

En este campo de investigaciones se distingue Otto de Guericke, inventor de la máquina neumática. Cristian Huyghens (1629-1685) inventa el reloj de péndulo, lo cual permite a P. Elvius establecer la fórmula completa del péndulo.

En 1646, P. Marsenne encuentra las leyes relativas al número de vibraciones de las cuerdas, debiéndole notables avances en el terreno de la *acústica*. En este campo también se distingue Sir Isaac Newton (1642-1724), quien basándose en la ley descubierta por Robert Boyle (1627-1691) sobre la relación existente entre presión y temperatura, calcula la velocidad del sonido en el aire.

En el campo de la *óptica* se distinguen Galileo Galilei, a quien parece corresponder el mérito de la invención del microscopio; P. Cristóbal Scheiner (1575-1650), a quien se de

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

no fotoeléctrico y las ondas que llevan su nombre.

A Rontgen (1845-1932) se debe el descubrimiento de los rayos X- a Becquerel (1852-1908) el de la radiactividad. El descubrimiento del *radium* por los esposos Curie (1898) fue el punto de partida de la *Física Nuclear*. En 1901, Max Planck desarrolla su conocida teoría de los *quantos* (cuantos de energía) y en general, sobre la estructura de la luz. Rutherford en 1911, establece los cimientos de la nueva teoría atómica y Niels Bohr el enlace de ambas creando la representación de la delicada estructura del átomo.

Posteriormente, Louis de Broglie formuló su hipótesis sobre la naturaleza ondulatoria de los electrones que sirvió a Schrodinger para construir su mecánica ondulatoria; a los trabajos de Heisenberg sobre el principio de indeterminación y a la nueva teoría de-Einstein contenida en su obra *The Meaning of Relativity* (El Significado de la Relatividad), publicada en 1950 en la cual sintetiza las leyes de la mecánica de Sir Isaac Newton y las del electromagnetismo de Maxwell.

1-5 RELACIÓN ENTRE LA FÍSICA Y LAS DEMÁS CIENCIAS.

La física es la ciencia fundamental de la naturaleza, pero no es la única. La física es fundamental porque trata de cuestiones del universo tales como tiempo, espacio, movimiento, materia, electricidad, luz y radiaciones; y todo suceso que ocurra en la naturaleza tendrá alguna característica que podrá apreciarse en función de las cuestiones anteriores. La astronomía es la ciencia que intenta explicar la luna, los planetas, las estrellas y el universo más allá de las estrellas y se basa en la física. La geología es una especie de astronomía detallada del planeta que mejor conocejos: la propia Tierra. La meteorología es la física de nuestra atmósfera e intenta explicar las causas del tiempo basándose en la física. La química es una ciencia casi tan fundamental para las demás como lo es la física. Su especialidad es el conocimiento de las varias sustancias que nos rodean en la Tierra y

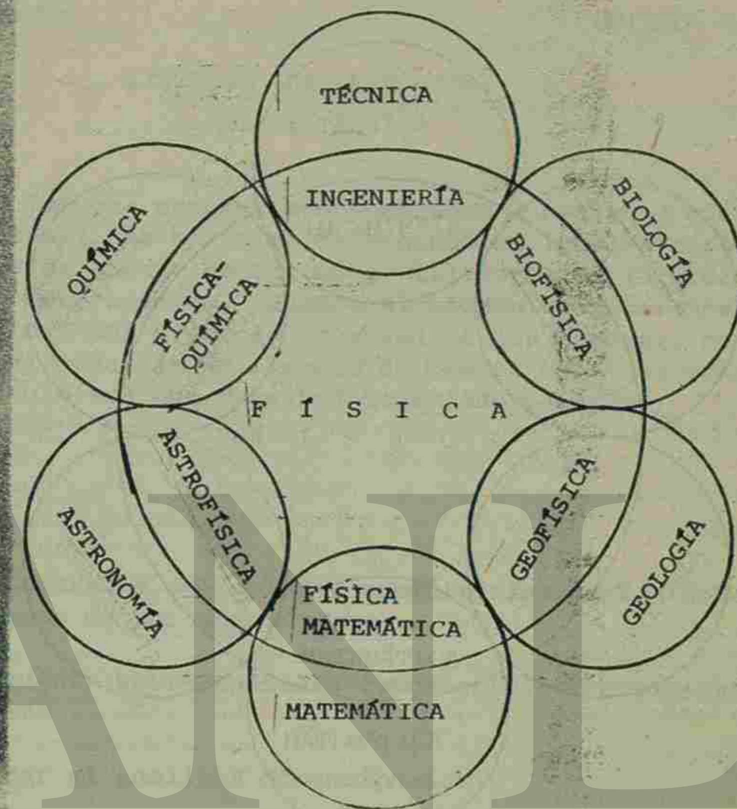
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

también las sustancias nuevas hechas por los químicos que anteriormente no existían.

Una de las principales ramas de la química, la bioquímica o química de la vida, trata de nuestros propios cuerpos y de los alimentos que ingerimos. Y el mundo vivo es el objeto de varias ciencias, desde la anatomía a la zoología, cada una de las cuales se especializa en una especie particular de objeto físico, tal como plantas o animales en todas sus maravillosas y diversas formas.

Aún, más cerca de la física, se hallan un grupo de ciencias contiguas conocidas por los nombres de *Astrofísica, Geofísica y Biofísica.* La astrofísica es la física del mundo astronómico, podemos decir que la situación y la identificación de las estrellas son problemas de la astronomía, mientras que el estudio de lo que hace brillar a las estrellas es una parte de la astrofísica. La geofísica trata de la física de nuestra Tierra y la biofísica de la física de los seres vivos.

A continuación se muestra una figura que te servirá para comprender mejor las relaciones de la física con otras ciencias.



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1er. SEMESTRE. UNIDAD II.

SISTEMAS DE MEDICIÓN.

Para los que estamos acostumbrados a medir el tiempo de la forma usual, una milésima de segundo es igual a cero. Estos intervalos de tiempo empezaron a utilizarse en la práctica hace poco relativamente. Cuando el tiempo se determinaba por la altura del Sol o por la longitud de las sombras, no podía hablarse ni siquiera de minutos de exactitud. Se consideraba que un minuto era una magnitud demasiado pequeña...

OBJETIVOS.

1.- Reconocer los múltiplos y submúltiplos de los diferentes sistemas de unidades.

2.- Distinguir entre unidades fundamentales, derivadas y auxiliares.

3.- Aplicar el analisis dimensional.

4.- Definir los conceptos de conversión de unidades y factores de conversión.

5.- Resolver problemas de conversión y unidades de longitud, área y volumen.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lectura general del capítulo II del libro de texto.

2.- Analiza y memoriza los valores de los múltiplos y submultiplos en los sistemas M.K.S. y c.g.s. e Inglés.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Analiza los problemas de conversión de unidades que estén resueltas.

4.- Resuelve los problemas dados en el capítulo, tomando como base el factor de conversión.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar el examen de esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta, completamente resueltos los problemas del capítulo II.

CAPÍTULO II.

UNIDADES DE MEDICIÓN.

2-1 MEDICIONES FUNDAMENTALES.

Todo navegante conoce la importancia de una brújula, un sextante, un reloj y otros instrumentos para mantener el rumbo de su barco. Sin sistemas de navegación todo buque iría a la deriva. Las consecuencias de navegar sin ningún medio para medir distancias, tiempo o rumbo, son sólo un ejemplo del caos que reinaría en un mundo donde no se realizaran mediciones.

Trate de imaginar los detalles cotidianos de un mundo donde no se estableciera a qué distancia, con qué rapidez, cuánto tiempo, y tendrá una pequeña idea de lo mucho que interviene la medición en nuestras vidas.

Pero, ¿qué es la medición? *La medición es la comparación e igualación de una cosa material con otra tomada como base.* Por lo tanto, podemos tener mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo.

Mediciones de tipo cualitativo, tenemos los siguientes ejemplos: Este perro es más grande que aquel otro, María es más morena que Esthela, Pedro es más alto que Mario, el limón es más agrio que la toronja, Martha es más bonita que Petra, José es más tratable que Francisco.

En todos estos ejemplos nos estamos refiriendo a cualidades. Aunque en algunos casos le podemos poner números como en el ejemplo: Pedro es 20 cm más alto que Mario (deja de ser medida cualitativa), en todos los demás es imposible ponerle una magnitud porque no tenemos ninguna referencia o base numérica: María es 10 (?) más morena que Esthela, el limón es 15 (?) más agrio que la toronja.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Analiza los problemas de conversión de unidades que estén resueltas.

4.- Resuelve los problemas dados en el capítulo, tomando como base el factor de conversión.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar el examen de esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta, completamente resueltos los problemas del capítulo II.

CAPÍTULO II.

UNIDADES DE MEDICIÓN.

2-1 MEDICIONES FUNDAMENTALES.

Todo navegante conoce la importancia de una brújula, un sextante, un reloj y otros instrumentos para mantener el rumbo de su barco. Sin sistemas de navegación todo buque iría a la deriva. Las consecuencias de navegar sin ningún medio para medir distancias, tiempo o rumbo, son sólo un ejemplo del caos que reinaría en un mundo donde no se realizaran mediciones.

Trate de imaginar los detalles cotidianos de un mundo donde no se estableciera a qué distancia, con qué rapidez, cuánto tiempo, y tendrá una pequeña idea de lo mucho que interviene la medición en nuestras vidas.

Pero, ¿qué es la medición? *La medición es la comparación e igualación de una cosa material con otra tomada como base.* Por lo tanto, podemos tener mediciones de tipo cualitativo y cuantitativo.

Mediciones de tipo cualitativo, tenemos los siguientes ejemplos: Este perro es más grande que aquel otro, María es más morena que Esthela, Pedro es más alto que Mario, el limón es más agrio que la toronja, Martha es más bonita que Petra, José es más tratable que Francisco.

En todos estos ejemplos nos estamos refiriendo a cualidades. Aunque en algunos casos le podemos poner números como en el ejemplo: Pedro es 20 cm más alto que Mario (deja de ser medida cualitativa), en todos los demás es imposible ponerle una magnitud porque no tenemos ninguna referencia o base numérica: María es 10 (?) más morena que Esthela, el limón es 15 (?) más agrio que la toronja.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Todas las mediciones físicas requieren dos cosas: primero, un *número*; y segundo, una *unidad*. La unidad es precisamente lo *esencial* y el número expresa la cantidad.

En las mediciones cuantitativas sí tenemos una base (unidad) y le podemos establecer su magnitud. Ejemplos:

1.- En esta canasta tenemos *15 manzanas*.
2.- El grupo 42 tiene *48 alumnos*.
3.- El ancho de la calle es de *25 metros*.
4.- El ancho de la calle es de *33 pasos*.
5.- El tiempo récord para *100 metros* planos es de 9.9 seg.
6.- El tiempo récord para *100 sortems* es de 9.9 ges.
7.- Se presentaron *15 evaluaciones*.
8.- En la escuela existen *12 máquinas* de escribir.
9.- Jesús pesa *72 kilogramos*.
10.- Mario pesa *100 saliks*.

Aunque existen una cantidad muy grande de mediciones cuantitativas (observar los ejemplos anteriores), sólo se consideran para la física *tres fundamentales: longitud, masa y tiempo*.

Todas las demás unidades se llaman *unidades derivadas*, ya que como se verá después, siempre se pueden escribir como combinación de las tres unidades fundamentales.

2-2 UNIDADES PATRÓN.

Tomando como punto de partida las mediciones fundamentales: longitud, masa y tiempo y la gran variedad de unidades, algunas hasta al arbitrario del que escribe (ejemplos 6 y 10), desde hace mucho tiempo se trata de llegar a un sistema patrón que fuera igual para todos los individuos y países.

Muchos patrones se han utilizado a través de la vida humana y aún en nuestros días podemos ver mediciones en por lo menos, tres sistemas de unidades: M.K.S., c.g.s. e inglés; siendo las unidades patrón en cada uno de ellos las siguientes:

	M.K.S.	c.g.s.	Inglés
Longitud	Metro	Centímetro	Yarda
Masa	Kilogramo	Gramo	Libra
Tiempo	Segundo	Segundo	Segundo

Teniendo cada una de estas unidades, tanto unidades múltiplos como submúltiplos, unidades que representan mayor o menor número de veces las unidades patrón de las cuales puedes ver algunas en las tablas A, B, C, D, E.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA A. Unidades de longitud.

	NOMBRE	SÍMBOLO	EQUIVALENTE EN METROS FORMA DECIMAL	EQUIVALENTE EN METROS FORMA EXPONENCIAL
MÚLTIPLO	Kilómetro	Km	1000	10^{3}
	Hectómetro	hm	100	10^{2}
	Decámetro	dam	10	10^{1}
UNIDAD:	Metro	m	1	10^{0}
SUBMÚLTIPLO	decímetro	dm	.1	10^{-1}
	centímetro	cm	.01	10^{-2}
	milímetro	mm	.001	10^{-3}
	micra	μ	.000001	10^{-6}
	angstrom	A°		10^{-10}

TABLA C. Unidades de masa, c.g.s (Patrón: el gramo).

	NOMBRE	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA EN GRAMOS FORMA DECIMAL	EQUIVALENCIA EN GRAMOS FORMA EXPONENCIAL
MÚLTIPLO	Tonelada	ton	1000000	10^{6}
	Kilogramo	kg	1000	10^{3}
	Hectogramo	hg	100	10^{2}
	Decagramo	dag	10	10^{1}
UNIDAD:	Gramo	g	1	10^{0}
SUBMÚLTIPLO	Decigramo	dg	.1	10^{-1}
	Centigramo	cg	.01	10^{-2}
	Miligramo	mg	.001	10^{-3}

TABLA D. Unidades de tiempo.

NOMBRE	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA EN SEGUNDOS	
Día	d	86 400	8.64×10^{4}
Hora	h	3 600	3.6×10^{3}
Minuto	min	60	6×10^{1}
Segundo	seg	1	10^{0}

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA B. Unidades de masa, M.K.S. (Patrón: el kilogramo).

NOMBRE	SÍMBOLO	EQUIVALENCIA EN KILOGRAMOS FORMA DECIMAL	FORMA EXPONENCIAL
Tonelada	Ton	1000	10^{3}
UNIDAD:			
Kilogramo	Kg	1	10^{0}
Hectogramo	hg	0.1	10^{-1}
Degacramo	dag	0.01	10^{-2}
gramo	g	0.001	10^{-3}
decigramo	dg	0.0001	10^{-4}
centigramo	cg	0.00001	10^{-5}
miligramo	mg	0.000001	10^{-6}

TABLA E. PREFIJOS USADOS PARA LOS MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS DE UNIDADES.

MÚLTIPLO Exponencial	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^{3}	10^{6}	10^{9}	10^{12}
PREFIJO	PICO	NANO	MICRO	MILI		KILO	MEGA	CIGA	TERA
SÍMBOLO	p	n	μ	m		k	M	G	T

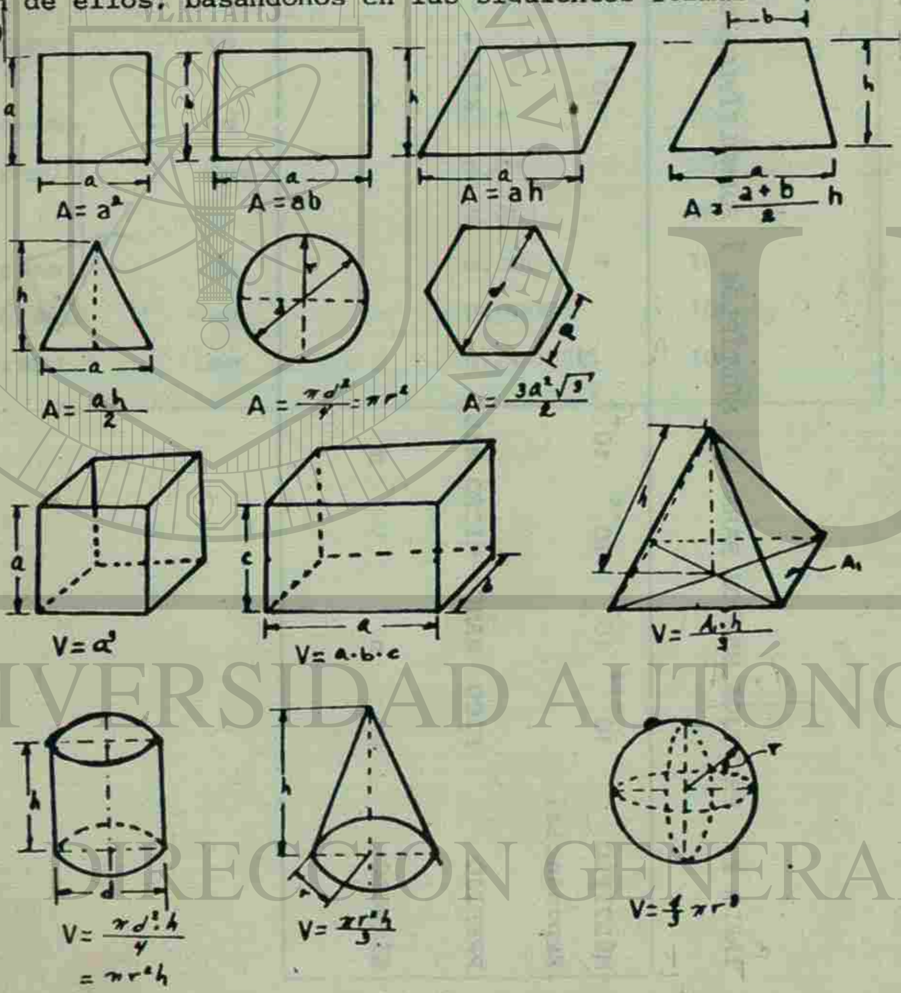
UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2-3 INSTRUMENTOS PARA MEDICIÓN.

Aunque en nuestros días se tienen aparatos muy parecidos para medir cualquiera de las mediciones fundamentales, los más comunes son:

Para longitud:	Regla cinta graduada.
Para masa:	Con una balanza.
Para tiempo:	Con un cronómetro.

Sabiendo cómo medir una longitud, medimos las dimensiones de figuras y cuerpos regulares y podemos calcular el área y el volumen de ellos, basándonos en las siguientes fórmulas (ecuaciones)



2-4 CONVERSIÓN DE UNIDADES.

Se puede hacer una conversión de unidades, de un sistema a otro, de múltiplos a submúltiplos o de múltiplos a submúltiplos a la unidad patrón, pero debe tenerse la precaución de considerar que deben ser de la misma medición fundamental, es decir, no podemos hacer conversiones de longitud a masa, de masa a tiempo o de tiempo a longitud, etc.

Es recomendable que utilices la forma siguiente para realizar las conversiones.

Ejemplo: Convertir 3.6 km a metros.

1º Saber cuál es la equivalencia de la unidad que vamos a convertir en la otra (Tabla "A"). 1 kilómetro = 1000 metros.

2º Establecer esta equivalencia en forma de una fracción que represente exactamente lo mismo:

$1000 \frac{m}{km}$ (léase mil metros por cada kilómetro)

3º Resolver en la forma siguiente:

$$3.6 \cancel{km} \times 1000 \frac{m}{\cancel{km}} = 3600 \ m$$

Como en esta expresión tenemos km en el numerador y km en el denominador, se eliminan y sólo nos queda metros, que es a lo que queríamos convertir.

$$3.6 \ km = 3600 \ m$$

NOTA:

Aunque te parezca demasiado obvio y sencillo, debes de practicarlo, ya que si te acostumbras, se te hará más fácil en unidades posteriores; cuando trabajemos con unidades derivadas.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2-5 EL SISTEMA INGLÉS DE MEDIDAS.

La pulgada. El rey Eduardo II decretó en 1324 que el inch (pulgada) fuese la medida de tres granos de maíz.

Una pulgada	= 1/12 pie	= 2.54 cm
Un pie	= 12 pulgadas	= 30.45 cm
La yarda	= 3 pies	= 91.44 cm
La milla	= 5280 pies	= 1609 m

Unidades de superficie:

Pulgada	= 6.452 cm
Pie	= 9.29 dm
Yarda	= .83 m

Unidades cúbicas:

Pulgada	= 16.39 cm
Pie	= 28.39 dm
Yarda	= .76 m

Unidades de capacidad:

Galón	= 3.78 litros
Bushel	=35.24 litros

Unidades de masa:

Una libra	= 453.6 g
Un kilogramo	= 2.205 libras
Una onza	= 28.35 g

Una libra	= 16 onzas
Una tonelada	= 2205 libras

2-6 NOTACIÓN CIENTÍFICA.

Los científicos realizan medidas en las que intervienen datos cuantitativos que van desde lo astronómicamente grande (observa la introducción de esta unidad) hasta lo infinitamente pequeño. Para facilitar el registro y manipulación de estos datos, los números se expresan en una forma especial llamada "Notación Científica". Ésta emplea un número igual o mayor que uno y menor que diez, junto con una potencia base 10, como se describe en seguida:

$$1 \leq A < 10$$

Cualquier número puede ser expresado en la forma $Ax10^n$, donde "A" es cualquier número entre uno y diez, incluyendo el uno pero no el diez y donde "n" es entero. Cuando "n">0, $Ax10^n$ es un número igual o mayor que uno. A continuación se dan algunos ejemplos.

$$8\,\underset{10}{\underline{8}}\,\underset{9}{\underline{8}}\,\underset{8}{\underline{0}}\,\underset{7}{\underline{0}}\,\underset{6}{\underline{0}}\,\underset{5}{\underline{0}}\,\underset{4}{\underline{0}}\,\underset{3}{\underline{0}}\,\underset{2}{\underline{0}}\,\underset{1}{\underline{0}}$$

Aquí observamos que el valor de A es 8.88, ya que es mayor que 1, pero menor que diez. Y el valor de n es 10 porque considerando que el punto decimal del número escrito está en el último cero y al tomar 8.88 lo movimos 10 lugares, entonces n = 10.

Ejemplo.

$9\,\underset{5}{\underline{6}}\,\underset{4}{\underline{5}}\,\underset{3}{\underline{0}}\,\underset{2}{\underline{0}}\,\underset{1}{\underline{0}}$ - A = 9.65 $\quad 1 < 9.65 < 10$

Se movió el punto decimal cinco lugares hacia la izquierda.

Por lo tanto, $965000 = 9.65 \times 10^5$.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ejemplo.

6.00 $A = 6$ $1 < 6 < 10$

$n = 0$ No se movió el punto decimal.

Por lo tanto, $6.00 = 6 \times 10^{0}$.

Cuando $N<0$, $A \times 10^{n}$ es un número menor que uno, pero mayor que cero.

Ejemplo.

0.820 $A = 8.2$ $1 < 8.2 < 10$

$n = -1$

(Un lugar hacia la derecha).

Por lo tanto, $0.820 = 8.2 \times 10^{-1}$.

Ejemplo.

0.000027 **$A = 2.7$** **$1 < 2.7 < 10$**

$n = -5$

(5 lugares a la derecha).

Por lo tanto, $0.000027 = 2.7 \times 10^{-5}$.

Ejemplo.

0.000000009 $A = 9$ $1 < 9 < 10$

$n = -9$

(9 lugares a la derecha).

Por lo tanto, $0.000000009 = 9 \times 10^{-9}$.

2-7 MULTIPLICACIÓN CON NOTACIÓN CIENTÍFICA.

Para multiplicar dos o más números en notación científica, debemos recordar una de las leyes de los exponentes.

Cuando se multiplican dos o más términos en forma exponencial y con la misma base, se suman los exponentes y se deja la misma base.

$$a^4 \times a^7 = a^{4+7} = a^{11}$$

Lo mismo sucede si manejamos la base 10.

$$10^4 \times 10^3 = 10^{4+3} = 10^7$$

$$10^8 \times 10^{-3} = 10^{8+(-3)} = 10^{8-3} = 10^5$$

$$(3 \times 10^4) \times (2 \times 10^{-6}) = (3 \times 2)(10^4 \times 10^{-6}) = 6(10^{4-6}) = 6 \times 10^{-2}$$

$$5 \times 10^4 \times 7 \times 10^8 \times 6 \times 10^{-5} = (5 \times 7 \times 6)(10^{4+8+(-5)}) = 210 \times 10^{4+8-5} = 210 \times 10^7 = 2.1 \times 10^9$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2-8 DIVISIÓN CON NOTACIÓN CIENTÍFICA.

Para dividir dos números con notación científica, nos basaremos en una de las leyes de los exponentes.

Cuando se dividen dos términos en forma exponencial y con la misma base, se restan los exponentes (al exponente del numerador se le resta el exponente del denominador).

$$\frac{a^6}{a^2} = a^{6-2}$$

$$= a^4$$

$$\frac{10^4}{10^5} = 10^{4-5}$$

$$= 10^{-1}$$

Esto nos conduce a una simplificación: la base 10 y su exponente que esté en el denominador se puede colocar en el numerador, sólo cambiando el signo del exponente de dicha base.

Ejemplo.

$$\frac{5 \times 10^4}{2 \times 10^2} = \frac{5}{2} \times 10^4 \times 10^{-2}$$

$$= 2.5 \times 10^4 \times 10^{-2}$$

Luego, resolvemos como en el caso de la multiplicación:

$$= 2.5 \times 10^{4+(-2)}$$

$$= 2.5 \times 10^2$$

AUTOEVALUACIÓN.

1.- De la siguiente lista de datos, ¿cuáles son mediciones?

a) 5 b) 12
c) Canicas. d) 18 pesos.
e) Metros. f) Venados.
g) Segundos. h) 326
i) 524 segundos j) 1000 centímetros.
k) 24 l) 24 horas.
m) 3.5 Kg n) Gramos.

2.- Las unidades fundamentales son: longitud, masa y tiempo.

3.- Las unidades patrón del sistema M.K.S. son: ________, ________ y ________.

4.- Subraya las unidades que sean patrón del sistema c.g.s.

a) Pulgada. b) Centímetro.
c) ~~Gramo~~. d) Horas.
e) Metro. f) Milímetro.
g) Segundo. h) Pie.
i) Kilogramo.

5.- La unidad patrón masa en el sistema inglés es:

a) Metro. b) Kilogramo. c) Yarda.
d) Pie. e) Onza. f) Libra.

6.- Son múltiplos del kilogramo:

a) Metro. b) Tonelada. c) Gramo.
d) Decigramo. e) Centímetro. f) Onza.
g) Libra.

7.- Son múltiplos del metro:

a) Kilogramo. b) Centímetro. c) Pie.
d) Hectómetro. e) Kilómetro. f) Milímetro.
g) Micra. h) Angstrom.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8.- Son múltiplos del segundo:

a) Milésima de segundo. b) Strong.
c) Hora. d) Décima.
e) Minuto. f) Día.

9.- El frente del terreno en que está ubicada tu casa lo medirías con:

a) Plomada. b) Cinta graduada.
c) Bushel. d) Cronómetro.
e) Transportador.

10.- Y el largo del mismo lo medirías con:

a) Cinta graduada. b) Plomada.
c) Bushel. d) Cronómetro.
e) Transportador.

11.- El tiempo que tarda un corredor en recorrer los 100 metros planos lo medirías con:

a) Cinta graduada. b) Plomada.
c) Bushel. d) Cronómetro.
e) Transportador.

12.- El área de una alberca que mide 6 m de ancho y 11 m de largo es de:

13.- El área de un triángulo de 0.5 m de base y 1.5 m de altura es de:

14.- El volumen de un tanque que tiene un diámetro de 0.5 m y una altura de 1.5 m es de:

15.- Si te ofrecen un terreno de 9 m de frente y 18 m de fondo y te dice que son 166.5 m^2, ¿qué diferencia hay con la realidad?

16.- Si la alberca mencionada en el problema 12 tiene un promedio de 2.2 m de altura, ¿cuál será el volumen?

17.- Si deseas construir una alberca circular de 2 m de diámetro y 1.5 m de profundidad, ¿qué volumen de tierra debes excavar?

18.- 25 horas equivalen a ______ segundos.

19.- Convertir 721,800 seg a horas.

20.- Escribe sobre la línea la equivalencia de la medición dada a la que se te pide.

a) 3 horas	=	______	seg
b) 760 seg	=	______	h
c) 576.5 Km	=	______	m
d) 6857 m	=	______	km
e) 75 dm	=	______	m
f) 57 m	=	______	dm
g) 6280 cm	=	______	m
h) 1.76 m	=	______	mm
i) 7.5 Kg	=	______	g
j) 500 g	=	______	Kg
k) 75 min	=	______	seg
l) 6.5 ton	=	______	Kg
m) 630 Kg	=	______	ton
n) 15 pulg	=	______	m
o) 7 pies	=	______	m
p) 6 yardas	=	______	m
q) 8 onzas	=	______	m
r) 7 libras	=	______	Kg
s) 60 Kg	=	______	libras
t) 616 h	=	______	seg

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

21.- Abrevia, con notación científica, los siguientes núme--
ros:

a) 840000 =
b) 37000000 =
c) 3.6 =
d) 4800 =
e) 4760000 =
f) 0.000044 =
g) 0.84 =
h) 0.0000007=
i) 0.000342=
j) 0.0000384=

22.- Transforma los siguientes números a su forma normal.

a) 5.6×10^{4}

b) 3.6×10^{-6}

c) 5.82×10^{-2}

d) 6.9×10^{0}

e) 7.5×10^{8}

f) 7.5×10^{8}

g) 4.1×10^{-1}

h) 7.2×10^{9}

i) 4.5×10^{-2}

j) 8.0×10^{-4}

23.- Realiza las siguientes operaciones:

a) $4.4 \times 10^{7} \times 5.4 \times 10^{-2}$

b) $\dfrac{3.6 \times 10^{4}}{1.8 \times 10^{-2}}$

c) $6 \times 10^{8} - 8 \times 10^{7}$

d) $5 \times 10^{-3} - 5 \times 10^{-2}$

e) $\dfrac{3.8 \times 10^{7} \times 4.8 \times 10^{6} \times 9.6 \times 10^{-4}}{1.9 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{2} \times 1.2 \times 10^{-5}}$

RESPUESTAS A LA AUTOEVALUACIÓN.

1.- k, i, j, l, m.

2.- Longitud, masa y tiempo.

3.- Metro, kilogramo y segundo.

4.- b, c, g.

5.- f.

6.- Sólo b.

7.- b, f, g, h.

8.- c, e,f.

9.- b

10.- a

11.- d

12.- 66 m^2

13.- 0.375 m^2

14.- 0.2945 m^3 0.3 m^3

15.- 4.5 m^2

16.- 145.2 m^3

17.- 4.712 m^3

18.- 90000 seg

19.- 200.5 horas ó 200 h 30'

20.-

a) 10800 seg	b) 0.211 h	c) 576500 m
d) 6.857 km	e) 7.5 m	f) 570 dm
g) 62.8 m	h) 1760 mm	i) 7500 g
j) 0.5 Kg	k) 4500 seg	l) 6500 Kg
m) 0.63 ton	n) 0.381 m	o) 2.134 m
p) 5.486 m	q) No se puede.	r) 3.175 Kg
s) 132.280 libras	t) 23760 seg	

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

21.- a) 8.4×10^{5}	b) 3.7×10^{7}	c) 3.6×10^{0}
d) 4.8×10^{3}	e) 4.76×10^{6}	f) 4.4×10^{-5}
g) 8.4×10^{-1}	h) 7.0×10^{-7}	i) 2.42×10^{-4}
j) 3.84×10^{-5}		
22.- a) 5600	b) 0.0000063	c) 0.058
d) 6.9	e) 750000000	f) 0.000000075
g) 0.41	h) 7200000000	i) 0.045
j) 0.0008		
23.- a) 2.37×10^{6}	b) 2.0×10^{6}	c) 1.28×10^{8}
d) 4.5×10^{-2}	e) 1.28×10^{19}	

HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS.

¿Hubiera podido Arquímedes levantar la Tierra?

Si este gran mecánico de la antigüedad hubiera sabido lo grandioso que es la masa de la tierra, lo más probable es que se hubiera abstenido de hacer su presuntuosa exclamación: "Dadme un punto de apoyo y levantaré la Tierra".

Ya que para mover 1cm el peso de la tierra tardaría:

30 000 000 000 000 años.

la masa de la tierra es:

6 000 000 000 000 000 000 000 toneladas.

Como puedes observar, estas cantidades tienen demasiados ceros, se lleva tiempo escribirlos y ocupan mucho espacio. Esto puede reducirse, para ello al terminar esta unidad serás capaz de:

OBJETIVOS.

1.- Aplicar operaciones de suma, resta, multiplicación y división de magnitudes expresadas en notación común.

2.- Tranformar un número en notación común a notación científica y viceversa.

3.- Resolver problemas de suma, resta, multiplicación y división de números en notación científica.

4.- Identificar las funciones trigonométricas, seno, coseno y tangente.

5.- Usará correctamente las tablas trigonométricas.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.- Utilizar las funciones trigonométricas y el teorema de Pitágoras en la solución de triángulos rectángulos.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee los puntos 2-6, 2-7 y 2-8 del capítulo II.

2.- Lee el capítulo III.

3.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

4.- Resuelve los problemas que estén en las autoevaluaciones de estos 2 capítulos que se relacionen a estos objetivos

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar en hojas tamaño carta, los problemas nones de los capítulos II y III, completamente resueltos.

CAPÍTULO III.

EL TRIÁNGULO RECTANGULAR Y LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.

3-1 FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.

Sabemos que un triángulo rectángulo es aquel que tiene uno y sólo uno, ángulo recto. Los lados que forman ese ángulo se les llama *catetos* y el lado opuesto a dicho ángulo recto se le denomina *hipotenusa*.

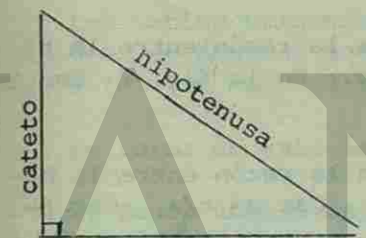


Fig. 1.

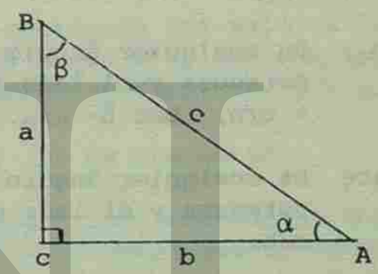


Fig. 2.

Ahora veamos cómo se relacionan los lados y ángulo de un triángulo rectángulo.

Analizando la figura 2, podemos relacionar los lados del triángulo de las siguientes formas:

$$\frac{c}{a},\ \frac{b}{c},\ \frac{a}{b},\ \frac{b}{a},\ \frac{a}{c},\ \frac{c}{a}$$

Cada una de estas razones recibe un nombre especial, dependiendo del ángulo al que se está haciendo referencia (α o β en la fig. 2).

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.- Utilizar las funciones trigonométricas y el teorema de Pitágoras en la solución de triángulos rectángulos.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee los puntos 2-6, 2-7 y 2-8 del capítulo II.

2.- Lee el capítulo III.

3.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

4.- Resuelve los problemas que estén en las autoevaluaciones de estos 2 capítulos que se relacionen a estos objetivos

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar en hojas tamaño carta, los problemas nones de los capítulos II y III, completamente resueltos.

CAPÍTULO III.

EL TRIÁNGULO RECTANGULAR Y LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.

3-1 FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS.

Sabemos que un triángulo rectángulo es aquel que tiene uno y sólo uno, ángulo recto. Los lados que forman ese ángulo se les llama *catetos* y el lado opuesto a dicho ángulo recto se le denomina *hipotenusa*.

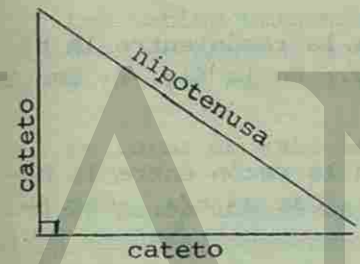


Fig. 1.

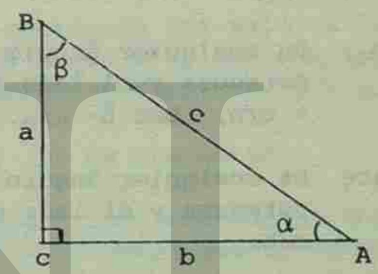


Fig. 2.

Ahora veamos cómo se relacionan los lados y ángulo de un triángulo rectángulo.

Analizando la figura 2, podemos relacionar los lados del triángulo de las siguientes formas:

$$\frac{c}{a},\ \frac{b}{c},\ \frac{a}{b},\ \frac{b}{a},\ \frac{a}{c},\ \frac{c}{a}$$

Cada una de estas razones recibe un nombre especial, dependiendo del ángulo al que se está haciendo referencia (α o β en la fig. 2).

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Seno (Sen)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre el lado opuesto (L.O.) y la hipotenusa. En la fig. 2 Sen α= a/c, Sen β= b/c.
Coseno (Cos)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre el lado adyacente (L.A.) y la hipotenusa. En la fig. 2 Cos α = b/c, Cos β= a/c.
Tangente (Tan)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre el lado opuesto y el lado adyacente. En la fig. 2 Tan α= a/b, Tan β= b/a.
Cotangente (Cot)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre el lado adyacente y el lado opuesto. En la fig. 2 Cot α= b/a, Cot β= a/b.
Secante (Sec)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre la hipotenusa y el lado adyacente. En la fig. 2 Sec α = c/b, Sec β= c/a.
Cosecante (Csc)	De cualquier ángulo agudo es la razón entre la hipotenusa y el lado opuesto. Csc α= c/a, Csc β= c/b.

Las razones definidas anteriormente se les denomina *funciones trigonométricas*.

Es importante saber que los valores de las funciones trigonométricas dependen solamente de la magnitud del ángulo, y son completamente independientes de la longitud de los lados del triángulo rectángulo que lo contienen.

De la misma fig. 2, podemos establecer lo siguiente: la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.

$$c^2 = a^2 + b^2$$

A esta expresión se le conoce como el Teorema de Pitágoras.

3-2 USO DE LAS TABLAS TRIGONOMÉTRICAS.

Considerando lo establecido anteriormente, de que el valor de la función trigonométrica depende exclusivamente del ángulo, se pudieron establecer los valores de estas funciones trigonométricas en una tabla (Tablas trigonométricas).

Estas tablas trigonométricas nos pueden servir para:

1ª Encontrar el valor numérico de cualquier función, dado el ángulo.

2ª Encontrar el ángulo, dado el valor numérico de la función trigonométrica.

Las tablas trigonométricas contienen los valores de las funciones de ángulos comprendidos entre 0° y 90° con intervalos de 10' (10 minutos). Ver tablas al final del libro.

La forma de usar las tablas es la siguiente:

a) Si el ángulo es menor de 45°, se localiza el ángulo en la columna izquierda de la tabla. Luego que se localiza el ángulo deseado, se recorre la línea hasta la columna en cuya parte superior aparece la función deseada. Ahí encontrará el valor de la función.

Ejemplo 1.

Encontrar el valor de Sen 41°10' y Cos 41° 10'.

Solución:

Busquemos primero el ángulo de 40°10' del lado izquierdo de las tablas hasta localizarlo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Grados	Radianes	Sen	Csc	Tan	Cot	Sec	Cos	Radianes	Grados
0°00'									
10'									
20'									
30'									
40'									
50'									
1°00'									
.									
.									
.									
.									
41°00'	.7156	.6561	1.524	.8693	1.150	1.325	.7547	.8552	49°00'
* 10'	.7185	$\boxed{.6583}$	1.519	.8744	1.144	1.328	.7528	.8523	50'
20'									40'
30'									30'
40'									20'
50'									10'
42°00'									48°00'

De donde sen de 41°10' = 0.6583 y cos de 41°10' = 0.7528.

b) Si el ángulo es mayor de 45°, se localiza el ángulo en la columna derecha. Luego que se localiza el ángulo, se recorre la línea (de derecha a izquierda) hasta la columna en cuya parte inferior aparezca la función deseada. Ahí, donde se intersectan ambas líneas, encontrará el valor numérico de la función.

Ejemplo 2.

Encontrar el valor de tan 72°30'.

Solución:

Busquemos en la columna derecha (grados) el ángulo dado (72°30'). Luego, buscamos la función tangente en la parte inferior y donde se crucen estas dos líneas, ahí encontramos el valor de tan 72°30' que es 3.172.

Es importante observar que los ángulos, cuando son mayores de 45°, están ordenados crecientemente de abajo hacia arriba, por lo que se debe tener cuidado al localizar los minutos, que se deben leer en la parte superior de la columna de los grados dados y no hacia abajo. Observe que en el ejemplo 2 se hizo esto, es decir, una vez que se localizaron los grados (72) se buscó luego la cantidad de minutos arriba de 72° que en este caso fueron 30'.

Frecuentemente ocurre que en lugar de tener que determinar la tangente de un ángulo dado, sea necesario obtener el ángulo al cual corresponde una función dada.

Cuando el valor decimal dado aparece exactamente en una de las columnas de la función dada, sólo necesitamos leer la intersección de las columnas adecuadas, el ángulo a que corresponde.

Ejemplo 3.

Si tan A = 3.412, determinar A.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Solución:

Puesto que tan A = 3.412, buscamos en las tablas, en la columna que tiene "tan", en la parte inferior. Entonces leemos a la derecha que A = 73°40'.

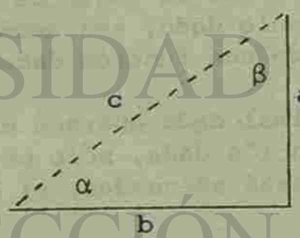
Para un mejor manejo de las tablas hay que ver cómo varían los valores de las funciones trigonométricas con respecto al ángulo. Así podemos observar que, mientras el ángulo crece, el valor numérico de: a) el seno crece, b) el coseno decrece, c) la tangente crece, d) la cotangente decrece, e) la secante crece y f) la cosecante decrece.

Como ya se vió antes, la trigonometría era una herramienta muy útil y se usaba para calcular cantidades no mensurables directamente. En esta sección veremos algunas de las tantas aplicaciones que tienen las funciones. Te recomendamos veas y analices los ejemplos que a continuación se exponen para que luego resuelvas tu autoevaluación.

3-3 APLICACIÓN DE LAS TABLAS TRIGONOMÉTRICAS EN TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS.

1.- Conociendo el valor de los dos catetos.

Si conocemos los dos catetos y por supuesto, el ángulo rectángulo, tenemos:



Podemos calcular el valor de la hipotenusa por medio del Teorema de Pitágoras.

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Los valores α y β también se pueden calcular.

$$\tan \alpha = \frac{LO}{LA} \quad \text{y} \quad \tan \beta = \frac{LO}{LA}$$

$$\tan \alpha = \frac{a}{b} \quad\quad \tan \beta = \frac{b}{a}$$

luego, buscando en las tablas trigonométricas, concluimos:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{a}{b} \quad \text{y} \quad \beta = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$

Ejemplo 4.

De un triángulo rectángulo tenemos que sus lados miden 30 m y 40 m. Calcular el valor de la hipotenusa y de los ángulos que forman la hipotenusa con cada uno de los catetos.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$c = \sqrt{(30\ m)^2 + (40\ m)^2}$$

$$c = \sqrt{900\ m^2 + 1600\ m^2}$$

$$c = \sqrt{2500\ m^2}$$

$$c = 50\ m$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{30\ m}{40\ m}$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0.75$$

en tablas $\quad \alpha = 36°50'$

$$\beta = 90° - 36°50'$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

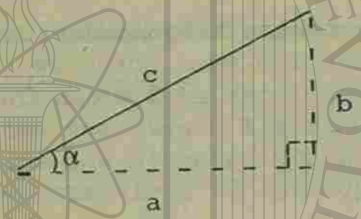
$= 53°10'$

ó $\quad \beta = \tan^{-1} \dfrac{40}{30}$

$= \tan^{-1} 1.333$

en tablas $= 53°10'$

2.- Conociendo la hipotenusa y uno de los ángulos.



Podemos calcular el cateto opuesto al ángulo por la función seno.

$\text{Sen } \alpha = LO/H$

$\text{Sen } \alpha = b/c$

despejando $\quad b = c \text{ Sen } \alpha$

También el cateto adyacente al ángulo dado, por la función coseno.

$\text{Cos } \alpha = LA/H$

$\text{Cos } \alpha = a/c$

despejando $\quad a = c \cos \alpha$

y el ángulo faltante:

$\beta = 90° - \alpha$

Ejemplo 2.

Una escalera de 4 m de largo se apoya contra un muro formano un ángulo de 80° con el suelo. ¿A qué altura del muro está apoyada la escalera? ¿A qué distancia de la pared descansa el pie de la escalera?

Solución:

Considerando que este cuerpo forma un triángulo rectángulo con la pared, tenemos los siguientes datos: $c = 4$ m, $\alpha = 80°$, $b = ?$, $a = ?$

$b = c \text{ sen } \alpha$

$b = 4 \text{ m} \times \text{sen } 80°$

$b = 4 \text{ m} \times 0.9848$ (de tablas)

$b = 39.392$

$a = c \cos \alpha$

$a = 4 \text{ m} \times \cos 80°$

$a = 4 \text{ m} \times 0.1736$ (de tablas)

$a = .6944$ m

$\beta = 90° - 80°$

$= 10°$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AUTOEVALUACIÓN.

A.- ENCUENTRE LOS VALORES NUMÉRICOS DE LAS FUNCIONES SIGUIENTES.

1.- Sen 30°	11.- Cos 10° 10'
2.- Cos 60°	12.- Tan 21°
3.- Tan 30°30'	13.- Sen 25° 10'
4.- Sen 45°	14.- Cos 74°
5.- Cos 30°	15.- Tan 84°20'
6.- Tan 45°	16.- Sen 57°
7.- Sen 33°20'	17.- Cos 80°20'
8.- Cos 42°40'	18.- Tan 67°40'
9.- Tan 35.50'	19.- Sen 59°50'
10.- Sen 24°30'	20.- Cos 73°

B.- ENCONTRAR EL VALOR DEL ÁNGULO EN LOS SIGUIENTES PROBLEMAS:

1.- Sen α = 0.1478	11.- Cos β = 0.8572
2.- Tan β = 0.4522	12.- Sen β = 0.2616
3.- Cos α = 0.7880	13.- Tan β = 0.2493
4.- Sen α = 0.8339	14.- Cos α = 0.3934
5.- Cos β = 0.49	15.- Sen α = 0.4094
6.- Tan β = 1.7547	16.- Tan β = 4.773
7.- Sen α = 0.4566	17.- Sen α = 0.500
8.- Cos α = 0.7934	18.- Cos α = 0.500
9.- Tan α = 1.235	19.- Tan β = 1.000
10.- Sen α = 0.445	20.- Cos α = 0.866

C.- APLICAR LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS PARA RESOLVER LOS SIGUIENTES PROBLEMAS.

1.- Se quiere saber cuánto mide la altura de una casa donde una escalera de 4 m llegue a la parte superior y el ángulo que forma con el suelo es de 60°.

2.- Hallar los lados de un rectángulo si una de sus diagonales mide 24 cm y forma con uno de los lados un ángulo de 42°.

3.- Un aeroplano recorre en el aire 15,000 m siguiendo un ángulo de ascenso constante alcanzando una altura de 1,900 m. Calcular el ángulo de elevación.

4.- Un faro, construido al nivel del mar, tiene 180 m de altura. Vista desde su cima, una barca tiene un ángulo de depresión de 24°. Hallar la distancia que hay entre la barca y el pie del faro.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCIÓN A LOS VECTORES.

Existen algunas mediciones en las cuales es fácil manejarlas en sus operaciones aritméticas, tales como la masa, la longitud, la temperatura, pero en otras no es posible hacerlo en forma tan sencilla. Pero al terminar esta unidad serás capaz de:

OBJETIVOS.

1.- Definir cada uno de los términos, conceptos y principios establecidos en el capítulo IV de este libro.

2.- Distinguir entre cantidad escalar y cantidad vectorial.

3.- Aplicar el método gráfico del triángulo, para calcular la resultante y la dirección de la resultante en la suma y resta de un par de vectores.

4.- Aplicar el método gráfico del paralelogramo para calcular magnitud y dirección de la resultante en la suma y resta de un par de vectores.

5.- Calcular la resultante de los vectores y su dirección en el caso particular en que formen un ángulo recto entre sí.

6.- Aplicar el método gráfico del polígono, calculando la resultante y su dirección en la suma de 3 o más vectores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PROCEDIMIENTO.

1.- Realiza una lectura general del capítulo para enterarte del tema.

2.- Una segunda lectura para que subrayes lo más importante.

3.- Escribe un resumen del capítulo.

4.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

5.- Tomando como base los ejemplos dados, resuelve los problemas de la autoevaluación llegando a los resultados establecidos.

6.- Para esta unidad debes de trabajar con regla graduada, transportador, juego de escuadras y papel cuadriculado.

7.- Haz un poster con las indicaciones para resolver vectores con los métodos del triángulo, rectángulo y polígono.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar resueltos, en hojas tamaño carta, los problemas del capítulo IV, completamente resuelto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO IV.

INTRODUCCIÓN A LOS VECTORES.

En los cursos de física pasados, se había tomado tanto la velocidad, aceleración, fuerza, etc. como tales, o sea que lo único que nos interesaba era su magnitud (su valor). Este capítulo está relacionado en la vida diaria, con muchos fenómenos que a veces pueden ser explicados fácilmente y otros muy complejos de entenderlos. Empezaremos nuestro curso con una breve explicación de la diferencia que existe entre una cantidad escalar y una cantidad vectorial.

4-1 CANTIDAD ESCALAR.

En el capítulo uno del libro de Física I, definimos lo que era rapidez, aunque numéricamente sea igual a la velocidad, la magnitud de la velocidad será sólo una *cantidad escalar*. Otros ejemplos de lo que es una cantidad escalar son: la masa, una cantidad de cosas, el tiempo, etc. Si analizamos estas cantidades escalares, nos damos cuenta de que únicamente tienen magnitud, o sea, ¿cuánto miden?, ¿cuánto pesan?, ¿qué tanto tiempo?, etc. De allí que la cantidad escalar está definida como una cantidad que sólo tiene magnitud.

4-2 CANTIDAD VECTORIAL.

A diferencia de la cantidad escalar, la cantidad vectorial tiene además de la magnitud, dirección y sentido.

Por ejemplo: a) en desplazamiento: un avión vuela 600 Km hacia una ciudad que está hacia el norte. b) Velocidad: un automóvil viaja a 70 Km/hr hacia el sur. c) Fuerza: una

1020115153

PROCEDIMIENTO.

1.- Realiza una lectura general del capítulo para enterarte del tema.

2.- Una segunda lectura para que subrayes lo más importante.

3.- Escribe un resumen del capítulo.

4.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

5.- Tomando como base los ejemplos dados, resuelve los problemas de la autoevaluación llegando a los resultados establecidos.

6.- Para esta unidad debes de trabajar con regla graduada, transportador, juego de escuadras y papel cuadriculado.

7.- Haz un poster con las indicaciones para resolver vectores con los métodos del triángulo, rectángulo y polígono.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar resueltos, en hojas tamaño carta, los problemas del capítulo IV, completamente resuelto.

CAPÍTULO IV.

INTRODUCCIÓN A LOS VECTORES.

En los cursos de física pasados, se había tomado tanto la velocidad, aceleración, fuerza, etc. como tales, o sea que lo único que nos interesaba era su magnitud (su valor). Este capítulo está relacionado en la vida diaria, con muchos fenómenos que a veces pueden ser explicados fácilmente y otros muy complejos de entenderlos. Empezaremos nuestro curso con una breve explicación de la diferencia que existe entre una cantidad escalar y una cantidad vectorial.

4-1 CANTIDAD ESCALAR.

En el capítulo uno del libro de Física I, definimos lo que era rapidez, aunque numéricamente sea igual a la velocidad, la magnitud de la velocidad será sólo una *cantidad escalar*. Otros ejemplos de lo que es una cantidad escalar son: la masa, una cantidad de cosas, el tiempo, etc. Si analizamos estas cantidades escalares, nos damos cuenta de que únicamente tienen magnitud, o sea, ¿cuánto miden?, ¿cuánto pesan?, ¿qué tanto tiempo?, etc. De allí que la cantidad escalar está definida como una cantidad que sólo tiene magnitud.

4-2 CANTIDAD VECTORIAL.

A diferencia de la cantidad escalar, la cantidad vectorial tiene además de la magnitud, dirección y sentido.

Por ejemplo: a) en desplazamiento: un avión vuela 600 Km hacia una ciudad que está hacia el norte. b) Velocidad: un automóvil viaja a 70 Km/hr hacia el sur. c) Fuerza: una

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
1020115153

fuerza de 50 Kg actuando sobre un cuerpo en una dirección verticalmente hacia arriba.

Existe una pequeña discrepancia entre la dirección y el sentido de un vector, por ejemplo, en el primer caso, donde se dice que un aeroplano viaja a 600 Km hacia el norte. Todos sabemos que gráficamente el punto cardinal norte se encuentra hacia arriba, tal y como lo muestra la figura 1.

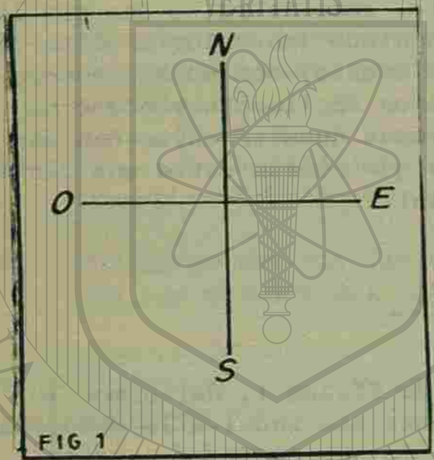


FIG 1

Si se tuviera un plano a escala determinada, entonces podríamos localizar la ciudad a la cual se va a desplazar el avión. En este caso la dirección lleva implícito el sentido del desplazamiento; pero existen otros ejemplos en que no se acostumbra expresar la dirección por medio de los puntos cardinales. Por ejemplo: un cuerpo se desplaza con un ángulo de 30° con respecto a un observador situado en la tierra tal y como lo muestra la figura 2-a. Como se observa, la dirección en este caso no nos dice qué sentido lleva el cuerpo, podemos tener una recta que pase por el origen de la gráfica y a 30° con respecto de la superficie, pero si le ponemos el sentido que lleva dicho desplazamiento, entonces anulamos completamente la otra mitad de la recta, como lo muestra la figura 2-b.

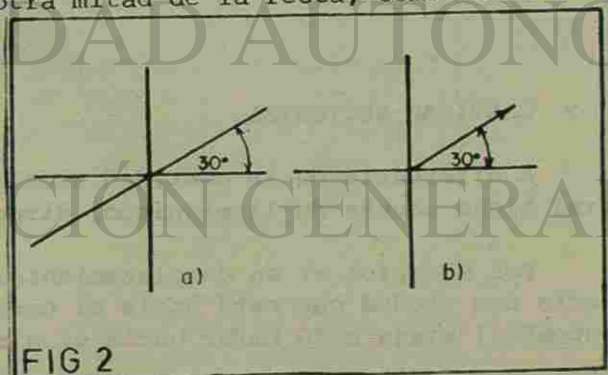


FIG 2

Cuando encontremos una cantidad vectorial expresada gráficamente, ésta estará representada por una flecha dibujada a escala. La longitud de la flecha multiplicada por la escala nos dará la *magnitud*. El ángulo que tenga de referencia entre un punto determinado (por lo general es una línea horizontal) y la flecha será la *dirección* y el *sentido* será hacia donde apunte la flecha.

4-3 VECTOR RESULTANTE.

Todos hemos visto un juego que consiste en que dos grupos de personas que se estiran unas a otras por medio de una cuerda. Al principio las fuerzas de ambos grupos más o menos están balanceadas, pero al cabo de un rato de tironeo, uno de los grupos empieza a ceder y el otro empieza a moverlos en el sentido de aplicación de su fuerza. Analizando despacio este fenómeno, nos auxiliaremos en la fig. 4-a para indicar las fuerzas cuando están balanceadas, la magnitud de F_1 y F_2 son exactamente iguales.

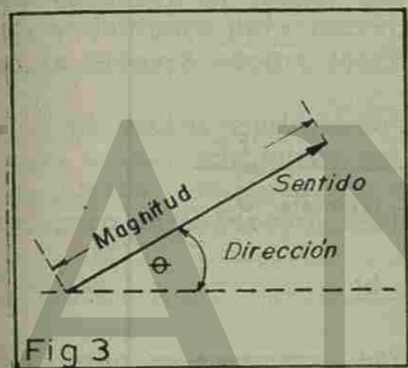


Fig 3

Cuando el grupo uno empieza a ceder, la fuerza se estará haciendo más pequeña, ya sea porque aumenta la fuerza dos o porque permanezca constante y que se reduzca la fuerza 1.

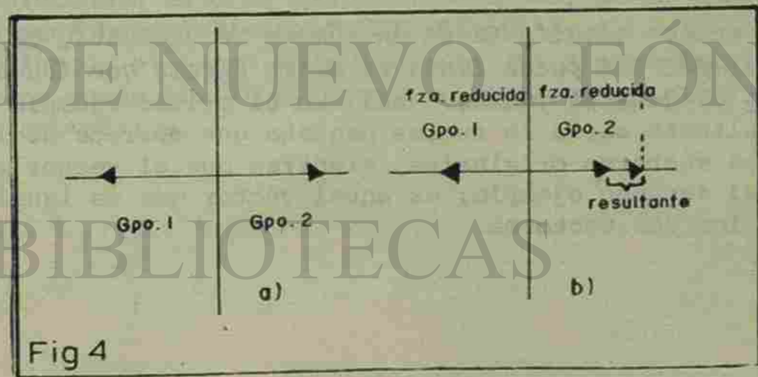


Fig 4

ALERE FLAMMAM VERITATIS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Otro ejemplo es cuando se avienta un cuerpo con una fuerza determinada y el cuerpo no se mueve, hay necesidad de agregarle otra fuerza adicional para que el cuerpo se empiece a mover. En la figura 5 está representada la composición gráfica de los sucesos, primero cuando la fuerza es aplicada sola al cuerpo, fig. 5-a y cuando las fuerzas se unen para aplicarse al mismo cuerpo, fig. 5-b. Como se puede apreciar, las fuerzas tienen el mismo sentido, por lo tanto, se sumarán vectorialmente. Tanto la suma como la resta vectorial se tratarán más a fondo en los siguientes puntos.

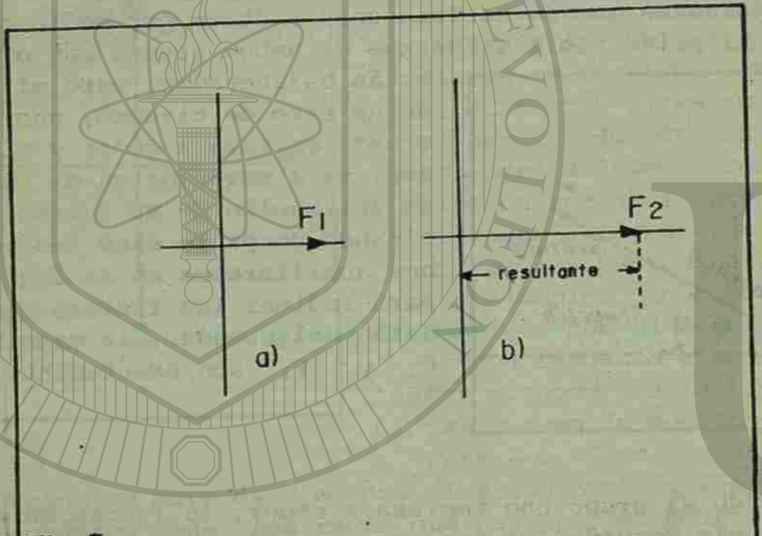


Fig 5

El vector resultante de un número de vectores, es aquel vector simple que puede tener el mismo efecto que todos los vectores originales juntos. Así, en el primer ejemplo el vector resultante sería la fuerza pequeña que aparece de la resta de los vectores originales, mientras que el vector resultante del segundo ejemplo, es aquel vector que es igual a la suma de los dos vectores.

4-4 VECTOR EQUILIBRANTE.

Todos los cuerpos o sistemas que son sometidos a la acción de vectores, tienen un vector resultante que puede o no tener valor, por ejemplo, los dos casos anteriores en los que el vector resultante sí tiene valor. Pero existen otros casos en que el vector resultante es igual a cero, y en otros casos el cuerpo está en equilibrio.

Cuando se le aplican a un cuerpo varios vectores y aparece un vector resultante que es indeseable, nosotros podemos calcular un vector que vaya en sentido contrario al vector resultante para contrarrestarlo; a este vector contrario se le llamará *vector equilibrante.*

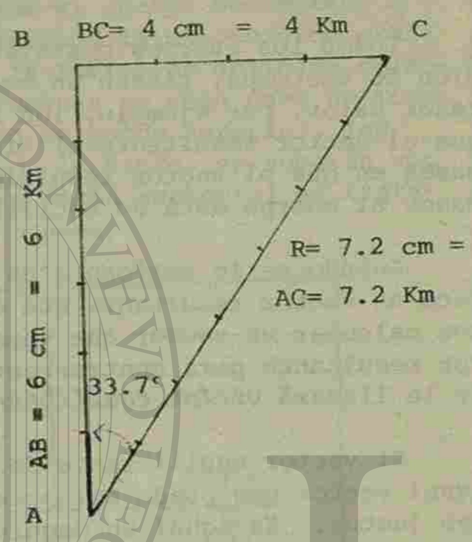
El vector equilibrante de un número de vectores, es aquel vector que puede balancear todos los vectores originales juntos. Es igual en magnitud y dirección a la resultante, pero de diferente sentido.

4-5 SUMA DE VECTORES (Método del triángulo).

El proceso de la suma de vectores será ilustrado primero por un ejemplo que incluye dos desplazamientos. Supongamos que un barco arrancó desde un punto A y navega hacia el norte a una distancia de 6 Km hasta el punto B, donde cambia de curso y navega hacia el este una distancia de 4 Km, hasta el punto C. Aunque el barco haya navegado una distancia total de 10 Km, es obvio que la distancia al punto de partida no es esta suma aritmética.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para encontrar el desplazamiento real, o sea la distancia desde el punto de partida, puede dibujarse a escala un diagrama como el de la fig. 9.



Con una regla graduada en cm se dibuja una línea vertical AB de 6 cm de largo (esc.: 1 cm : 1 Km), para representar el desplazamiento de 6 Km al norte. Donde termina este vector, se inicia el segundo vector hacia el este, con la misma escala, y se dibuja la línea BC, hacia la derecha desde B con 4 cm para indicar 4 Km al este. Finalmente se completa el triángulo uniendo A y C con una flecha apuntando hacia C. La hipotenusa R, mide 7.2 cm y representa el desplazamiento resultante de 7.2 Km.

Vectorialmente, escribimos:

$$\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC}$$

o sea

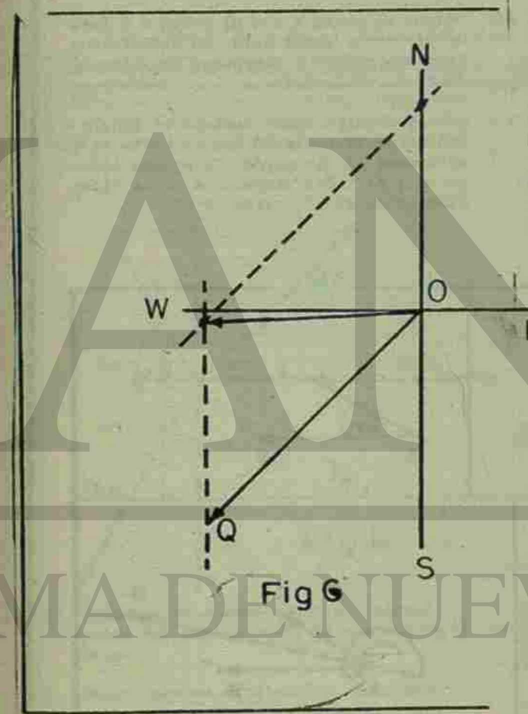
$$\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$$

Usando un transportador, el ángulo medido es de 33.7° con respecto al vector AB.

Este método del triángulo lo podemos usar al sumar o restar cualquier par de vectores, ya sean de velocidad, fuerza, desplazamiento, etc.

4-6 MÉTODO DEL PARALELOGRAMO PARA LA SUMA DE VECTORES.

La resultante de 2 vectores, actuando en cualquier ángulo, puede ser representada por la diagonal de un paralelogramo dibujado con los dos vectores como lados adyacentes, y dirigido desde el origen de los dos vectores.



Ejemplo 1.- Encontrar la resultante de una velocidad de 40 Km/hr hacia el Norte y otra de 60 Km/hr hacia el suroeste.

Solución:

Dibujamos a escala el primer vector sobre el norte indicado en el sistema de ejes coordenados. Este vector OP es de 2.66 cm. (escala 1:15, es decir cada cm. del dibujo nos representa 15 Km/hr). Luego empezando en el punto "O" y con dirección suroeste, trazamos una recta OQ de 4 cm. (a la misma escala del primero).

Después sobre el punto "P" trazamos una paralela a la recta OQ y sobre el punto Q trazamos una recta paralela a la recta OP. Donde se cruzan las líneas será el punto R. Unimos los puntos OR y lo medimos usando la misma escala que en los primeros vectores. Para el ejemplo son 2.87 cm., por lo tanto serán 43 Km/hr. La dirección será con la punta de la flecha en el punto R.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

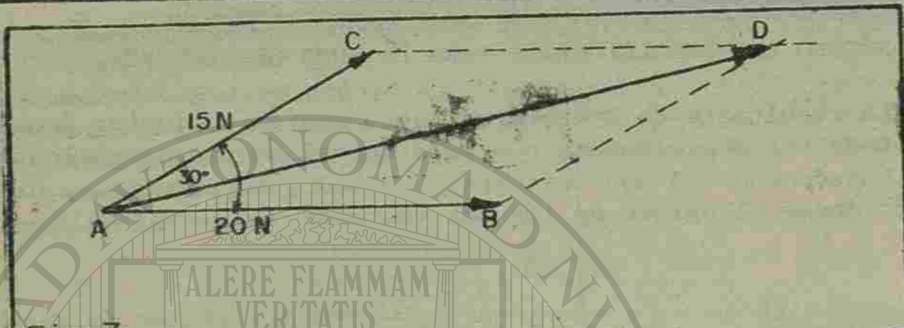


Fig 7

Ejemplo 2.- Encontrar la resultante de 2 fuerzas desfazadas 30°, si una de ellas tiene una magnitud de 20 N y la otra 15 N.

1º.- Trazamos el vector AB a escala (Fig.8a)

2º.- Con un transportador marcamos el ángulo de 30° y empezando en el punto A y pasando por el punto de 30° trazamos a la misma escala el vector AC. (Fig. 8b).

3º.- Trazamos líneas paralelas a los vectores AB y AC partiendo del lugar donde estan las puntas de las flechas de los vectores ya trazados y obtenemos el punto D. (Fig. 8-c).

4º.- Unimos el punto A con el punto D y éste es el vector resultante. Lo medimos con la misma escala y obtenemos su valor de 33.83 N. (Fig. 8-d).

5º.- Con el transportador medimos el ángulo que forma la recta AD con la recta AB y obtenemos la dirección 12.8° con respecto a A. Y con respecto a AC la dirección es de 27.2°. (Fig. 8-e).

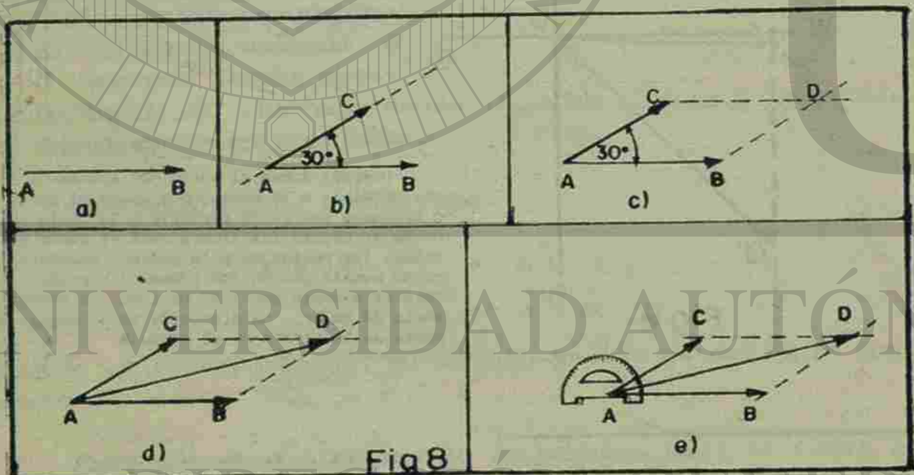


Fig 8

Resuelve inmediatamente.

1.- Calcular la resultante y su dirección de 2 fuerzas. Una de 150 Kg. y la otra de 200 Kg. desfazadas 45°. (323.9 Kg., 25.9° con respecto a la de 150 Kg. ó 19.1°con respecto a la de 200 Kg.).

2.- Calcular la resultante y su dirección de 2 fuerzas. Una de 500 dinas y la otra de 700 dinas desfazadas 120°. (624.5 dinas, 76° con respecto a la de 500 dinas ó 44° con respecto a la de 700 dinas.

4-7 MÉTODO DEL POLÍGONO PARA SUMA DE VECTORES.

Este método para encontrar la resultante consiste en empezar en cualquier punto conveniente y dibujar (a escala) cada vector en turno, tomándolos en cualquier orden. Cada vector empezará en la punta de la flecha anterior. La línea dibujada para completar el triángulo o polígono es igual en magnitud a la resultante o a la equilibrante.

La resultante está representada por la línea recta dirigida desde el punto inicial hasta la punta de la flecha del último vector sumado.

La fuerza equilibrante está representada por la misma línea que la resultante, pero en dirección opuesta.

Ejemplo 3.- Del sistema de fuerzas mostrado en la figura 9, obtener la fuerza resultante y su dirección con respecto al eje + x (0°).

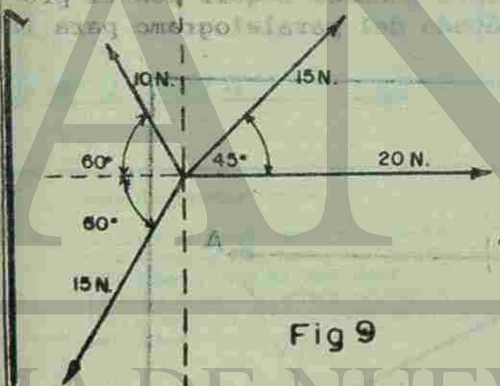


Fig 9

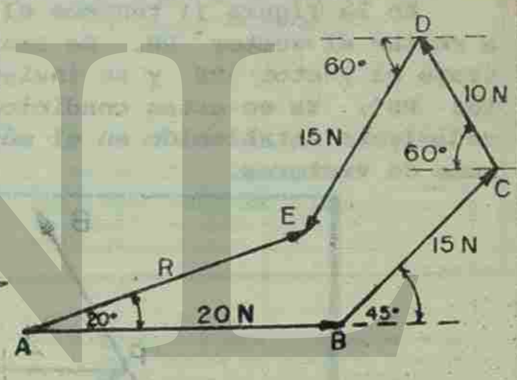


Fig 10

1º.- Trazamos la fuerza de 20 N a escala (puede ser cualquiera). El punto A es el origen.

2º.- Donde termina este vector, trazamos cualquiera de los otros, en este caso tomemos el de 15 N, marcamos 45° con el transportador (ver fig. 10) y del punto B (que fue donde terminó el primer vector) y el punto marcado trazamos a escala los 15 N.

3º.- Donde terminó el vector anterior empezamos el tercero. Con el transportador marcamos los 60° según se muestra en la figura y trazamos a la misma escala el vector de 10 N.

4º.- El cuarto vector lo empezamos en el final del anterior y con el transportador marcamos la dirección. Ver el vector DE de la fig. 10.

5º.- Unimos el final de este vector con el punto A y obtenemos el vector AE. Este vector lo medimos con la misma escala y obtenemos el valor de la resultante 19.16 N.

6º.- Colocando el transportador en el punto A y medimos el ángulo formado entre el eje + x y el vector resultante y nos da 20°.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Resuelve inmediatamente.

3.- Resuelve el ejemplo 3 siguiendo este orden: 1º el vector de 10 N, 2º el vector de 15 N a 45°, 3º el de 15 N a 240° y por último el de 20 N a 0º

4.- Encontrar la resultante y su dirección de dos fuerzas de 70 N desfazadas 145° (42 N, 72.5°).

5.- Calcular la resultante y también su dirección de 45 Km/hr a 45° del oriente y 80 Km/hr a 100° del oriente (112.2 Km/hr.81°).

4-8 RESTA DE VECTORES.

En la resta de vectores se sigue el procedimiento similar al de la suma, sólo que el vector que se va a restar se tiene que invertir su sentido.

En la figura 11 tenemos el vector PA al cual le vamos a restar el vector PB. Se traza primero el vector PA. Se traza el vector PB y se invierte el sentido formando el vector PB'. Ya en estas condiciones podemos seguir con el procedimiento establecido en el método del paralelogramo para la suma de vectores.

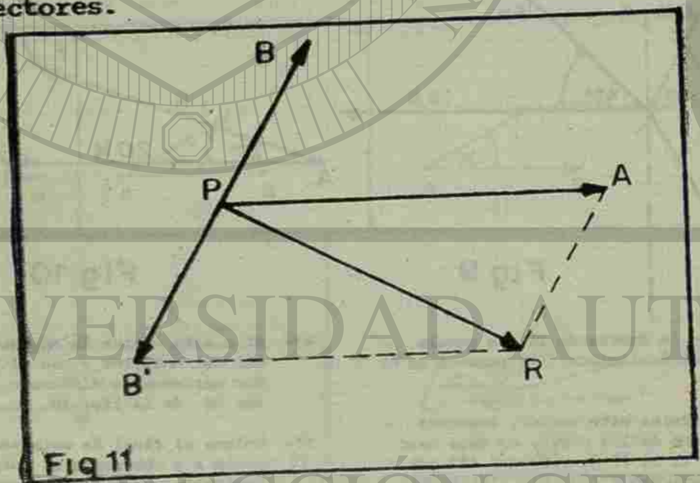


Fig 11

4-9 CASO ESPECIAL DEL PARALELOGRAMO.

Cuando se van a sumar dos vectores y entre ellos se forma un ángulo de 90° (ángulo recto), podemos utilizar el teorema de Pitágoras, $C = A^2 + B^2$, para encontrar la resultante y la

definición de la función trigonométrica de la tangente, $\tan\theta = B/A$, para obtener la dirección.

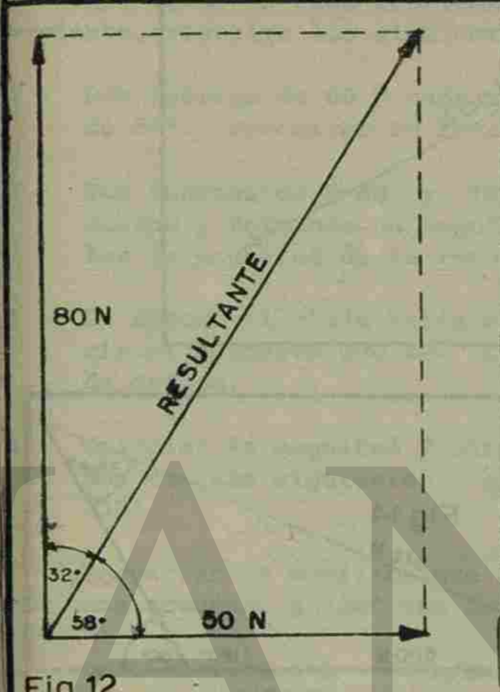


Fig 12

Ejemplo 4.- Sumar 2 vectores 50 Kg. y 80 Kg. que están desfazados 90°.

Solución:

1°.- Usando el Teorema de Pitágoras, calculamos el valor de la resultante.

$$C = \sqrt{A^2+B^2}$$

Sustituyendo

$$= \sqrt{(80N)^2 + (50N)^2}$$

$$= \sqrt{6400N^2 + 2500N^2}$$

$$= \sqrt{8900N^2}$$

$$C = 94.34\ N$$

2°.- Usando la definición de la tangente:

$$\tan\theta = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$= B/A$$

$$= 80N/50N$$

$$= 1.6$$

$$\text{Arc tan } 1.6 = 58°$$

Por lo tanto, la dirección es de 58° con respecto al vector de 50 N ó de 32° con respecto al de 80 N.

Resuelve inmediatamente.

8.- Calcular la resultante y su dirección de 2 vectores desfazados 90°. Uno de 1600 dinas y otro de 2600 dinas. (3052.87 dinas, 58.39° con respecto a 1600 dinas ó 31.61° con respecto al de 2600 dinas.

9.- Calcular la resultante y su dirección de 2 vectores desfazados 90°. Uno de 800 m y otro de 1200 m. (1442.22 m, 56.31° con respecto a 800 m ó 33.69° con respecto a 1200 m).

4-10 CUANDO NO ES ÁNGULO RECTO.

En este caso también podemos calcular una suma de dos vectores usando la ley de los cosenos, que dice:

El cuadrado de cualquier lado de un triángulo es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados, menos su doble producto multiplicado por el coseno del ángulo comprendido.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

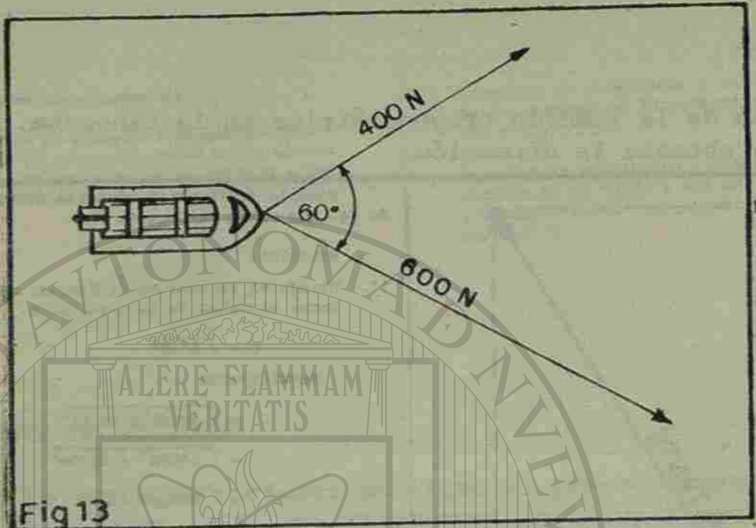


Fig 13

Ejemplo 5.- Un bote está siendo remolcado a lo largo de un canal por medio de dos cables, como se muestra en la fig. 13. Si las fuerzas aplicadas son de 400 y 600 N, respectivamente, y el ángulo entre los cables es de 60°. Calcular la magnitud de la resultante sobre el bote y los ángulos que forman los cables con el canal para que el bote siga en línea recta.

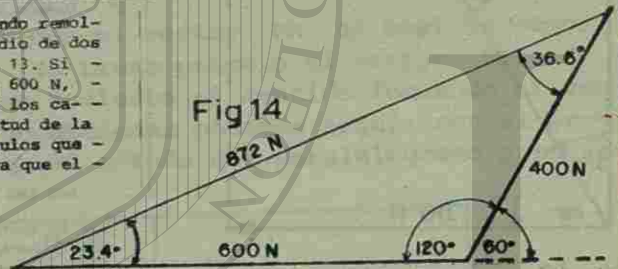


Fig 14

Solución:

Con los dos vectores y la resultante formamos el triángulo de la fig. 14.

Por la ley de los cosenos:

$$R^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta.$$

$$= (400N)^2 + (600N)^2 - 2(400N)(600N) \cos 120°$$

$$= 1.6\times10^5 N^2 + 3.6\times10^5 N^2 - 4.8\times10^5 N^2 \times (-.5)$$

$$= 1.6\times10^5 N^2 + 3.6\times10^5 N^2 + 2.4\times10^5 N^2$$

$$= 7.6\times10^5 N^2$$

$$R = \sqrt{7.6\times10^5 N^2}$$

$$= 872\ N.$$

Para calcular los ángulos α y ϕ, de la ley de los cosenos despejamos:

$$\cos\phi = \frac{b^2 + R^2 - a^2}{2bR}$$

$$= \frac{(600N)^2 + (872N)^2 - (400N)^2}{2 \times 600N \times 872N}$$

$$\phi = \text{arc cos } 0.9178$$

$$= 23.4°$$

$$\theta + \phi + \alpha = 180°$$

$$\alpha = 180° - \theta - \phi$$

$$= 180° - 120° - 23.4°$$

$$= 36.6°$$

Resuelve inmediatamente.

10.- Dos vectores desfazados 120°. Uno de 8400 dinas y otro de 3800 dinas. Calcular la resultante y su dirección. (7285.6 dinas, 26.85° con respecto a 8400 dinas).

11.- Calcular la resultante de 2 vectores uno de 65 Kg y otro de 84 Kg desfazados 70°. (122.54 Kg, 40.1° con respecto a 65 Kg).

AUTOEVALUACIÓN.

Aplicando en cada problema el método que consideres conveniente, resuelve los siguientes problemas.

1.- Dos fuerzas de 80 N cada una, forman entre sí un ángulo de 50°. Encontrar su resultante y su dirección.

2.- Dos fuerzas de 8 Kg y 10 Kg actuando sobre el mismo cuerpo y formando un ángulo entre ellos de 120°. Calcular la magnitud de la resultante y su dirección.

3.- Un automóvil viaja hacia el sur 300 Km, luego viaja hacia el noroeste 200 Km. Calcular la distancia al punto de origen.

4.- Calcular la magnitud y dirección de la resultante de las dos fuerzas siguientes: a) 20 Kg a 80° y b) 21 Kg a 230°.

5.- Encontrar la equilibrante de 2 fuerzas de 100 Kg cada una, actuando a 120° una de otra.

6.- Dado el vector A = 80 m/seg hacia el norte y el vector B = 60 m/seg hacia el este, encontrar el vector diferencia (A-B).

7.- Encontrar la resultante y su dirección de las siguientes fuerzas: a) 8 Kg a 0°, b) 6 Kg a 90° y c) 4 Kg a 135°.

8.- Calcular la resultante de las siguientes fuerzas: a) 40 N a 30°, b) 26 N a 120° y c) 30 N a 180°.

9.- Calcular la resultante y su dirección de las siguientes fuerzas: a) 150 Kg a 62°, b) 125 Kg a 205° y c) 130 Kg a 270°.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

10.- Calcular la resultante y su dirección de las siguientes fuerzas:
a) 1000 dinas a 0°, b) 1200 dinas a 70°,
c) 1900 dinas a 150°, d) 1600 dinas a 270° y
e) 1100 dinas a 335°.

C I N E M Á T I C A.

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 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, o 5.4 metros por hora, es decir, exactamente mil veces menor que la del hombre al paso. El otro animal clásicamente lento, la tortuga, 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 movimiento.

3.- Diferenciar entre distancia y desplazamiento.

4.- Diferenciar entre velocidad y rapidez.

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

6.- Resolver, a partir de los datos apropiados, problemas relacionados al movimiento constante.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

PRODECIMIENTO.

1.- 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 recorre: 0.5m, 1.00 m. 1.5m, 2.0m. 2.5m y 3.0m. Después grafica los resultados en un par de ejes coordenados.

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. También reporte del experimento realizado en tu casa, según lo establece el punto 7 del procedimiento.

CAPÍTULO V.

C I N E M Á T I C A.

5-1 INTRODUCCIÓN.

Todas las cosas se mueven. Se mueven los automóviles, se mueve el agua de un río, las personas que pasan enfrente de nosotros. Algunas cosas que creemos que no se mueven como los puentes, los edificios, se mueven junto con la Tierra alrededor del Sol, y aún éste se mueve.

El caracol se mueve lentamente, el hombre más rápido, el colibrí más rápido y los aviones más rápido.

Además, podemos observar movimientos rectos, curvos y uniformes que se van incrementando o disminuyendo. Esto se debe a que los cuerpos, al moverse, describen un camino, una *trayectoria* a lo largo de la cual recorren una *distancia* en un *tiempo* determinado. Con esto podemos deducir que la *velocidad* y la *rapidez* de un cuerpo puede ser siempre la misma (velocidad constante y rapidez constante), o aumentar o disminuir progresivamente en el transcurso del tiempo (velocidad variable y rapidez variable) lo cual da lugar a una *aceleración*, o sea, un cambio de velocidad.

Trayectoria, distancia recorrida, desplazamiento, velocidad, rapidez, tiempo, aceleración,... conocer en todo tiempo estas magnitudes es saber cómo se mueven los cuerpos. Para lograrlo debemos usar el lenguaje cuantitativo de la ciencia moderna: asignar números y unidades de medida a los conceptos de posición y tiempo, al igual que Galileo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

PRODECIMIENTO.

1.- 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 recorre: 0.5m, 1.00 m. 1.5m, 2.0m. 2.5m y 3.0m. Después grafica los resultados en un par de ejes coordenados.

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. También reporte del experimento realizado en tu casa, según lo establece el punto 7 del procedimiento.

CAPÍTULO V.

C I N E M Á T I C A.

5-1 INTRODUCCIÓN.

Todas las cosas se mueven. Se mueven los automóviles, se mueve el agua de un río, las personas que pasan enfrente de nosotros. Algunas cosas que creemos que no se mueven como los puentes, los edificios, se mueven junto con la Tierra alrededor del Sol, y aún éste se mueve.

El caracol se mueve lentamente, el hombre más rápido, el colibrí más rápido y los aviones más rápido.

Además, podemos observar movimientos rectos, curvos y uniformes que se van incrementando o disminuyendo. Esto se debe a que los cuerpos, al moverse, describen un camino, una *trayectoria* a lo largo de la cual recorren una *distancia* en un *tiempo* determinado. Con esto podemos deducir que la *velocidad* y la *rapidez* de un cuerpo puede ser siempre la misma (velocidad constante y rapidez constante), o aumentar o disminuir progresivamente en el transcurso del tiempo (velocidad variable y rapidez variable) lo cual da lugar a una *aceleración*, o sea, un cambio de velocidad.

Trayectoria, distancia recorrida, desplazamiento, velocidad, rapidez, tiempo, aceleración,... conocer en todo tiempo estas magnitudes es saber cómo se mueven los cuerpos. Para lograrlo debemos usar el lenguaje cuantitativo de la ciencia moderna: asignar números y unidades de medida a los conceptos de posición y tiempo, al igual que Galileo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5-2 CINEMÁTICA.

La *mecánica* se define como la rama de la física que trade los movimientos o estados de los cuerpos materiales. Generalmente, se divide en dos partes: la primera llamada *cinemática*, que se ocupa de las diferentes clases de movimiento sin preocuparse de sus causas o de los cambios observados en tales movimientos y la segunda llamada *dinámica*, que estudia las causas de los cambios en el movimiento.

La dinámica a su vez, se divide en dos partes: *estática* y *cinética*. Mientras que la estática se ocupa de los cuerpos en su estado de equilibrio que se produce cuando las fuerzas están compensadas, la cinética se ocupa de los cambios en el movimiento que se originan por una o más fuerzas no balanceadas.

En mecánica es conveniente despreciar, con frecuencia, el tamaño y la forma de un cuerpo y considerar su movimiento como el de una pequeña partícula de tamaño despreciable. Por ejemplo, al describir el movimiento de un aeroplano que vuela entre dos ciudades, no es necesario dar una descripción detallada del aparato para dar su posición y avance. Por lo tanto, se acostumbra describir el movimiento de un cuerpo como el movimiento de una partícula.

5-3 TIPOS DE MOVIMIENTO.

Movimiento uniforme rectilíneo. Es el más simple de todos los movimientos; aquél en el cual un cuerpo se desplaza con una velocidad constante a lo largo de una trayectoria rectilínea. El término "uniforme" significa aquí que el valor de la velocidad se mantiene invariable.

Movimiento curvilíneo. Se le llama así al movimiento a lo largo de una trayectoria curva. Cuando una partícula se mueve sobre una curva, puede tener una rapidez constante o variable. En este caso se usa el término rapidez en lugar de

velocidad porque la trayectoria no es recta. Una rapidez constante se define como la que hace recorrer distancias iguales en intervalos iguales de tiempo, siendo medidas las distancias a lo largo de la trayectoria curva.

Lo mismo en una rapidez variable significa que las distancias recorridas en lapsos iguales de tiempo son diferentes.

Movimiento rectilíneo uniforme variado. Al igual que el movimiento uniforme rectilíneo, el cuerpo se desplaza en una trayectoria rectilínea, pero la velocidad va aumentando cantidades iguales en lapsos iguales de tiempo.

5-4 VELOCIDAD CONSTANTE.

Analicemos el siguiente suceso:

Una persona realiza un viaje por carretera y en ciertos lapsos de tiempo checa el kilometraje recorrido de la siguiente forma: al empezar el viaje su reloj marca las 6:00 horas y el marcador indica 30,440 Km, a las 7:00 horas indica 30,510 Km, a las 8:00 horas indica 30,580 Km, a las 10:00 horas indica 30,720 Km, a las 11:30 horas indica 30,825 Km, a las 13:00 horas indica 30,930 Km.

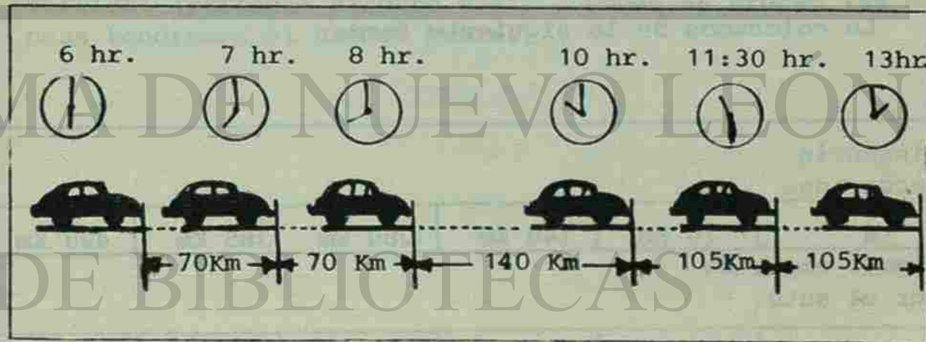


Fig. 1.

6:00 hr	7:00 hr	8:00 hr	10:00 hr	11:30hr	13:00hr
30440 Km	30510 Km	30580 Km	30720 Km	30825Km	30930Km

Podemos observar:

Que el primer intervalo de tiempo es de 1 hora (7:00-6:00 hr) y la distancia recorrida es de 70 Km; (30510 Km-30440 Km). Siempre tomaremos el inicio como punto de referencia.

El segundo intervalo de tiempo es de 2 horas (8:00 hr-6:00 hr) y la distancia recorrida es de 140 Km (30580 Km-30440 Km).

El tercer intervalo de tiempo es de 4 horas (10:00 hr-6:00 hr) y la distancia recorrida es de 280 Km (30720 Km-30440 Km).

El cuarto intervalo de tiempo es de 5.5 horas (11.5 hr-6:00 hr) y la distancia recorrida es de 385 Km (30825 Km - 30440 Km).

El quinto intervalo de tiempo es de 7 horas (13:00 hr-6:00 hr) y la distancia recorrida es de 490 Km (30930 Km-30440 Km).

Lo colocamos de la siguiente forma:

Distancia recorrida.					
d	70 Km	140 Km	280 Km	385 Km	490 Km
Tiempo empleado por el auto.					
t	1 hr	2 hr	4 hr	5.5 hr	7 hr

Ahora agregamos un tercer renglón, donde pongamos la división (razón) d/t de cada una de las columnas y tenemos:

d/t	70Km/h	70 Km/h	70 Km/h	70 Km/h	70Km/h

y en los 5 puntos vemos que esta razón es igual.

Para encontrar cómo están relacionadas entre sí d y t, es más informativo trazar una gráfica con las dos cantidades medidas, como aparece en la figura 2.

Grafiquemos en un par de ejes coordenadas, distancias recorrida-tiempo, cada una de las columnas del primer cuadro, considerando cada columna como un punto.

Marcamos sobre el eje horizontal (representará el tiempo), secciones de la misma magnitud, para que se puedan colocar todas las lecturas que correspondan a este eje.

Marcamos sobre el eje vertical, también, secciones de la misma magnitud que nos permita completar en nuestro espacio de papel la cantidad de lecturas.

Tomamos el primer punto (70 Km; 1h), sobre el eje vertical encontramos el punto que indique 70 Km y trazamos una línea horizontal (paralela al otro eje), y en el eje horizontal localizamos el punto que indique 1 hora y trazamos una línea vertical (paralela al otro eje). Donde se crucen las dos líneas tendremos el primer punto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ahora, con (140 Km; 2 h), sobre el eje vertical encontramos el punto que indique 140 Km y trazamos una línea horizontal y en el eje horizontal localizamos el punto que indique 2hr y trazamos una línea vertical. Donde se crucen las dos líneas estará el segundo punto.

Con las otras 3 columnas usamos la misma forma y obtenemos los otros 3 puntos de la gráfica y al unirlos todos vemos que se genera una línea recta.

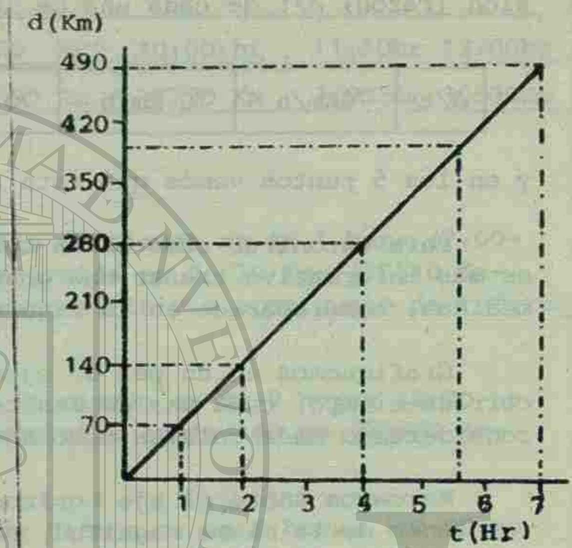


Fig. 2.

Ya con estos conocimientos prácticos, vamos a relacionarlos con los siguientes conceptos:

La *velocidad* se define como la distancia recorrida en el cambio de posición por unidad de tiempo.

$$\boxed{v = d/t}$$

con el ejemplo anterior, tenemos:

$$d = d - d_o$$
$$t = t - t_o$$

donde "d" es la lectura de distancia final y "d_o" la lectura de la distancia inicial, "t" es la lectura de tiempo final y "t_o" es la lectura del tiempo inicial. Por lo tanto, tenemos:

$$v = \frac{d - d_o}{t - t_o} \qquad (2)$$

que si observamos bien, fue lo que hicimos al calcular para el tercer renglón en nuestro ejemplo.

Si d_o= y t_o= 0, entonces:

$$v = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

$$v = d/t \qquad (3)$$

También, con respecto al ejemplo, cuando esta rezón nos da igual en todos los cálculos la *velocidad es constante*, es decir, se recorren distancias iguales en lapsos iguales de tiempo sin cambiar la dirección.

Frecuentemente se usan los términos *velocidad* y *rapidez* como sinónimos, sin embargo, hablando estrictamente la *rapidez* es una *cantidad escalar* y la *velocidad* es una *cantidad vectorial*.

La *cantidad vectorial* tiene magnitud, dirección y sentido, mientras que la *cantidad escalar* sólo tiene magnitud.

La *rapidez* es un término aplicada a la magnitud de la velocidad y no especifica la dirección del movimiento.

Un cuerpo al moverse a lo largo de una línea recta, su *rapidez* y su velocidad tienen el mismo valor numérico. Pero, si la rapidez a lo largo de una trayectoria curca es constante, su velocidad no se considera constante porque cambia de dirección.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

dirección.

Lo mismo podemos decir de la distancia y desplazamiento. La distancia es una cantidad escalar y el *desplazamiento* es una cantidad vectorial. Ejemplo: El largo de un pedazo de papel puede ser de 20 cm., la dirección no es importante porque el papel puede estar en cualquier posición. Sin embargo, la distancia de México, D. F. a Acapulco, Gro. no es sólo de 420 Km, es de 420 Km. en dirección norte-sur. Una distancia vectorial medida en una dirección particular entre dos puntos se le llama *desplazamiento*.

De la gráfica también podemos deducir la fórmula de la velocidad constante.

Cuando se grafica y obtenemos una línea contínua (como en el ejemplo) a través de esos puntos, se observa que es una línea recta. Además, esta línea recta pasa a través del origen d=0 y t=0. Del hecho que la gráfica es una línea recta se deduce que las dos cantidades d y t son proporcionales una de otra.

$$d \propto t$$

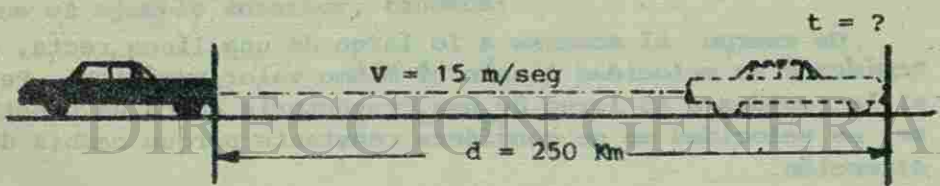
Para transformarla en una igualdad, reemplazamos el signo de proporcionalidad por una constante de proporcionalidad.

$$d = kt$$

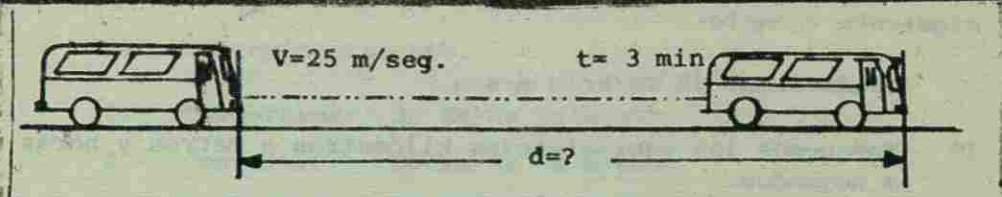
llamando v a esta constante, v=k, tenemos:

$$d = vt$$

despejando, $v = d/t$



Ejemplo 1. Si un automóvil viaja con una rapidez constante de 15 m/seg. ¿cuánto tardará en llegar a un punto situado a 250 Km?		$= \frac{215\ Km}{15\ m/seg}$	sustituyendo
Solución: Por ser rapidez constante, usamos la ecuación v = d/t.		$v = \frac{210,00\ m}{15\ m/seg}$	convirtiendo Km
v = d/t	por definición	$v = \frac{2.1 \times 10^5 m}{1.5 \times 10^1 m/seg}$	usando notación científica
t = d/v	despejando	$v = 1.4 \times 10^4 seg$	resolviendo



Ejemplo 2. Si un cuerpo se mueve con una rapidez constante de 25 m/seg, ¿a qué distancia puede llegar en 3 minutos?		v = vt	despejando
		v = 25 m/seg x 3 min	sustituyendo
		v = 25m/seg x180 seg	convirtiendo minutos a segundos
v = d/t	por definición	v = 4500 m	

5-5 VELOCIDAD MEDIA.

Una partícula tiene una velocidad variable cuando en intervalos iguales de tiempo sus desplazamientos son iguales. En tales casos se acostumbra decir *velocidad media* ($\bar{v}$) la cual se define:

$$\bar{v} = \frac{d}{t}$$

5-6 VELOCIDAD INSTANTÁNEA.

Al describir al movimiento curvilíneo de una partícula, algunas veces se hace necesario especificar su velocidad instantánea. La velocidad instantánea de una partícula en un punto dado su trayectoria se obtiene trazando una tangente a la curva en dicho punto. La magnitud de la velocidad instantánea es igual a la rapidez de la partícula al pasar por un punto, y la dirección es la tangente a la curva en ese punto.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En la mayoría de los casos en que la velocidad esté establecida en Km/hr (kilómetros por hora), es necesario trabajar las fórmulas en m/seg (metros por segundo). Por lo tanto, debemos saber convertir de Km/hr a m/seg. Veremos cómo en el siguiente ejemplo:

Transformar 45 Km/hr a m/seg.

1ª **Busquemos las equivalencias kilómetros a metros y horas a segundos.**

$$1000\ \frac{m}{Km} = 10^3\ \frac{m}{Km}$$

$$3600\ \frac{seg}{hr} = 3.6 \times 10^3\ \frac{seg}{hr}$$

2ª **Establezcamos estos factores de conversión con el dato dado (debe estar en forma correcta).**

$$45\ \frac{\cancel{Km}}{\cancel{hr}} = \frac{10^3\ \frac{m}{\cancel{Km}}}{3.6 \times 10^3\ \frac{seg}{hr}}$$

3ª **Resolvamos:**

$$45\ \frac{Km}{hr} = \frac{45 \times \cancel{10}^3\ m}{3.6 \times \cancel{10}^3 seg}$$

$$= 12.5\ m/seg$$

Para transformar m/seg a Km/hr se hará en forma inversa:

$$10\ \frac{m}{seg} = \frac{10\ \cancel{m} \times 3.6 \times \cancel{10}^3\ \frac{seg}{hr}}{seg \times \cancel{10}^3 \frac{\cancel{m}}{Km}}$$

$$= 10 \times 3.6\ Km/hr$$

$$= 36\ Km/hr$$

Hacerlo inmediatamente.

1.- Transformar 30 Km/hr a m/seg.

2.- Convertir 80 Km/hr a m/seg.

3.- Convertir 50 m/seg a Km/hr.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A C E L E R A C I Ó N.

Algunos de los efectos de la aceleración son conocidos por todo el mundo. Es la aceleración y no la rapidez, la que sentimos cuando un elevador baja o sube de repente. La sensación que experimentamos en el estómago solo ocurre al cambiar la rapidez, no la sentimos durante 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 el concepto aceleración.

2.- Distinguir entre velocidad y aceleración uniforme.

3.- Reconocer el movimiento uniformemente acelerado.

4.- Mencionar las unidades de velocidad y aceleración.

5.- Calcular a partir de la definición, la aceleración de u cuerpo.

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

7.- Reconocer las cuatro ecuaciones generales del movimiento acelerado.

8.- Seleccionar la ecuación adecuada para la solución de problemas de movimiento uniformemente acelerado.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

9.- Aplicar las ecuaciones generales del movimiento acelerado, en la solución deproblemas.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee el capítulo VI en forma general y rápida.

2.- Una segunda lectura para subrayar lo más importante.

3.- Estracta un resumen del capítulo.

4.- Haz un poster con las 4 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.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta completamente resueltos los problemas del 8 al 14 del capítulo VII de tu libro.

CAPÍTULO VI.

ACELERACIÓN.

La rapidez es una relación entre dos objetos donde uno de ellos se toma como referencia, mientras el otro se mueve con respecto a él. Algunos ejemplos de esto son la rapidez de la Tierra con respecto a las estrellas, la rapidez de un nadador con respecto a la orilla de la alberca o la rapidez de la cabeza de un muchacho en crecimiento con respecto a sus pies. En un tren que corra en forma pareja, sólo podemos saber que estamos moviéndonos a gran rapidez por el escenario que pasa frente a nosotros. Tendríamos la misma sensación si el tren estuviera fijo de algún modo y la Tierra, los rieles, etc., pasaron corriendo en dirección opuesta y si "perdiéramos el punto de referencia" (por ejemplo, corriendo las cortinas) no podríamos saber si nos estábamos moviendo. En contraste con esto, sí "sentimos" las aceleraciones y no necesitamos ver por la ventanilla para darnos cuenta de que el maquinista ha arrancado de repente o ha aplicado los frenos a todo lo que dan. Lo más probable es que nos pegáramos contra el asiendo, o que el equipaje saliera disparado de las rejillas.

Todo esto nos muestra la profunda diferencia física que existe entre el movimiento uniforme y el movimiento con aceleración.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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, e indica 4.5 m/seg y su cronómetro marca 3 seg. Al pasar por una marca a los 5 m del

9.- Aplicar las ecuaciones generales del movimiento acelerado, en la solución deproblemas.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee el capítulo VI en forma general y rápida.

2.- Una segunda lectura para subrayar lo más importante.

3.- Estracta un resumen del capítulo.

4.- Haz un poster con las 4 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.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta completamente resueltos los problemas del 8 al 14 del capítulo VII de tu libro.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO VI.

A C E L E R A C I Ó N.

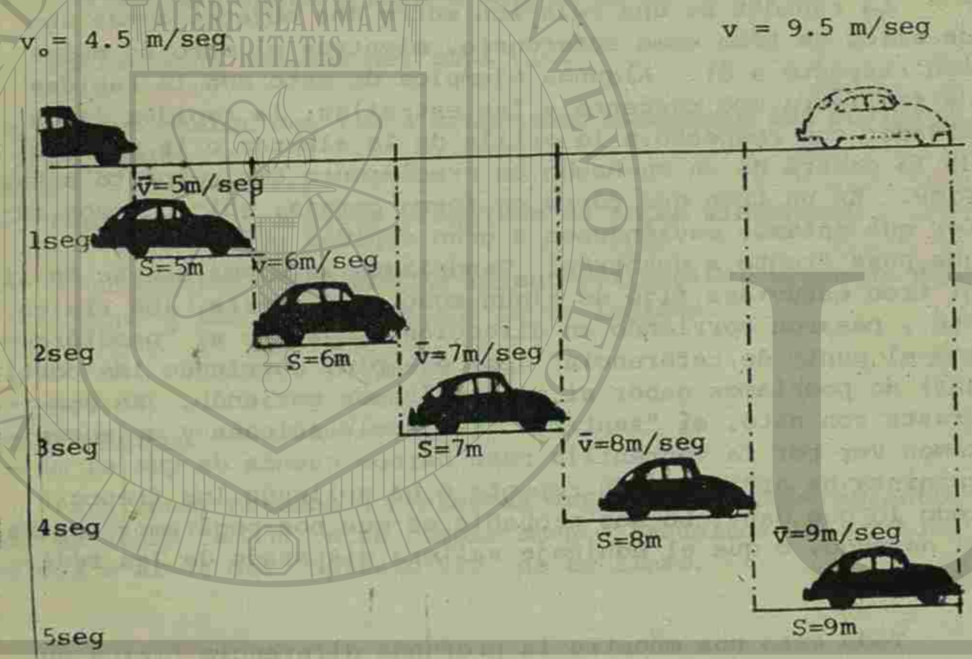
La rapidez es una relación entre dos objetos donde uno de ellos se toma como referencia, mientras el otro se mueve con respecto a él. Algunos ejemplos de esto son la rapidez de la Tierra con respecto a las estrellas, la rapidez de un nadador con respecto a la orilla de la alberca o la rapidez de la cabeza de un muchacho en crecimiento con respecto a sus pies. En un tren que corra en forma pareja, sólo podemos saber que estamos moviéndonos a gran rapidez por el escenario que pasa frente a nosotros. Tendríamos la misma sensación si el tren estuviera fijo de algún modo y la Tierra, los rieles, etc., pasaron corriendo en dirección opuesta y si "perdiéramos el punto de referencia" (por ejemplo, corriendo las cortinas) no podríamos saber si nos estábamos moviendo. En contraste con esto, sí "sentimos" las aceleraciones y no necesitamos ver por la ventanilla para darnos cuenta de que el maquinista ha arrancado de repente o ha aplicado los frenos a todo lo que dan. Lo más probable es que nos pegáramos contra el asiendo, o que el equipaje saliera disparado de las rejillas.

Todo esto nos muestra la profunda diferencia física que existe entre el movimiento uniforme y el movimiento con 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, e indica 4.5 m/seg y su cronómetro marca 3 seg. Al pasar por una marca a los 5 m del punto de su 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, y en su velocímetro marca una velocidad de 9.5 m/seg.

En este caso podemos observar lo siguiente:



$d_1 = 5\ m - 0 = 5\ m$ $\qquad t_1 = 4\ seg - 3\ seg = 1\ seg$

$d_2 = 11\ m - 5\ m = 6\ m$ $\qquad t_2 = 5\ seg - 4\ seg = 1\ seg$

$d_3 = 18\ m - 11\ m = 7\ m$ $\qquad t_3 = 6\ seg - 5\ seg = 1\ seg$

$d_4 = 26\ m - 18\ m = 8\ m$ $\qquad t_4 = 7\ seg - 6\ seg = 1\ seg$

$d_5 = 35\ m - 26\ m = 9\ m$ $\qquad t_5 = 8\ seg - 7\ seg = 1\ seg$

Es decir, se están recorriendo distancias distintas en intervalos iguales de tiempo y esto es la definición de *velocidad variable*, ya que si calculamos la velocidad media en cada intervalo de tiempo en el ejemplo, obtenemos:

$$\bar{v}_1 = \frac{5\ m}{1\ seg} = 5\ m/seg$$

$$\bar{v}_2 = \frac{6\ m}{1\ seg} = 6\ m/seg$$

$$\bar{v}_3 = \frac{7\ m}{1\ seg} = 7\ m/seg$$

$$\bar{v}_4 = \frac{8\ m}{1\ seg} = 8\ m/seg$$

$$\bar{v}_5 = \frac{9\ m}{1\ seg} = 9\ m/seg$$

Del mismo ejemplo, podemos interpretar lo siguiente:

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

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

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

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

En estas ecuaciones, el triángulo es utilizado para indicar que existe un incremento o una disminución en la cantidad que se trate.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Es decir, en cada segundo de tiempo transcurrido, el auto está aumentando su velocidad en 1 m/seg, y la definición de *aceleración específica*, que es 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 igual a:

$$1\ \text{m/seg/seg}$$
$$\text{o}\quad 1\ \text{m/seg}^2.$$

Claro que la observación hecha en el ejemplo es demasiado sencilla, pero sin necesidad de hacer todo 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.

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

$$a = \frac{v - v_o}{t - t_o} \tag{5}$$

$$a = \frac{v - v_o}{t} \quad \text{Si se toma el tiempo de partida como cero, } t_o = 0 \tag{6}$$

Con el uso de las ecuaciones anteriores podemos calcular la aceleración del ejemplo anterior, así tenemos que:

$$a = \frac{v - v_o}{t - t_o} \quad \text{sustituyendo datos}$$

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

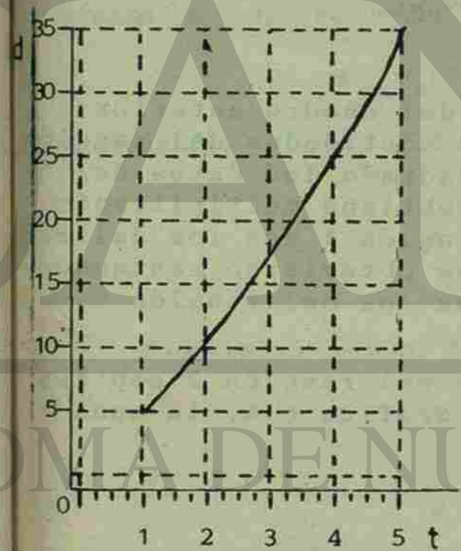
$$a = \frac{5\ \text{m/seg}}{5\ \text{seg}}$$

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

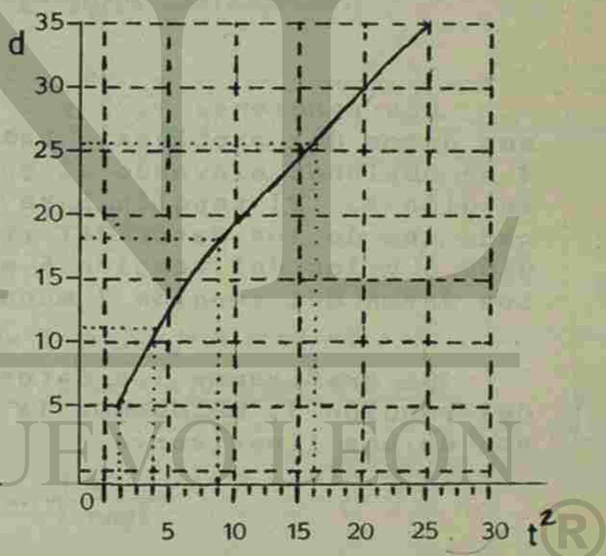
$$a = 1\ \text{m/seg}^2$$

Analicemos el problema en forma gráfica. Para ello estableceremos los datos en el siguiente cuadro:

1	v_o	4.5m/seg	4.5m/seg	4.5m/seg	4.5m/seg	4.5m/seg	4.5m/seg
2	d	5 m	11 m	18 m	26 m	35 m	0
3	t	1 seg	2 seg	3 seg	4 seg	5 seg	0
4	t^2	1 seg^2	4 seg^2	9 seg^2	16 seg^2	25 seg^2	0
5	$v_o t$	4.5m	9.0 m	12.5 m	18.0 m	22.5 m	0
6	$d-v_o t$	0.5m	2.0 m	4.5 m	8.0 m	12.5 m	0

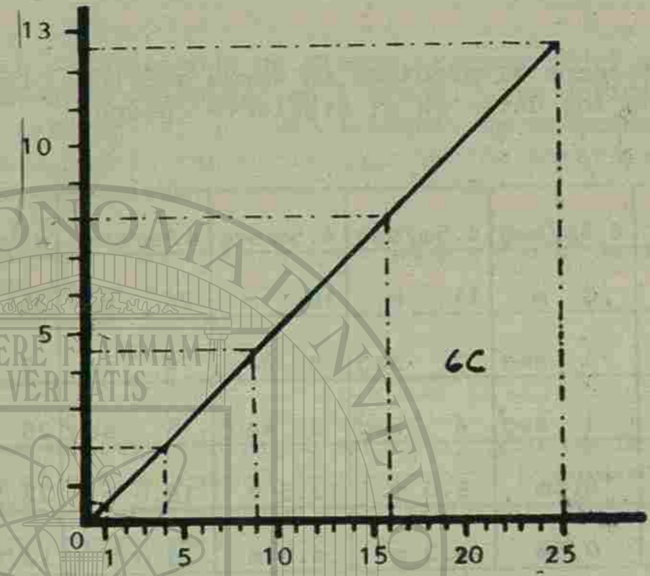


Gráfica 6 A.



Gráfica 6 B.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Gráfica 6 C.

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 y los del renglón 6 se obtuvieron restando los datos del renglón 2 menos 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 ren-glón 4, obtenemos la gráfica 6B.

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

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

$$d = v_o t \propto t^2$$

quitando el símbolo de proporcionalidad,

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

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

$$d - v_o t = \frac{1}{2} at^2$$

despejando,

$$d = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$a = \frac{2(d - v_o t)}{t^2}$$

Ejemplo: $d = 5.0$ m, $t = 1$ seg, $v_o = 4.5$ m/seg.

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

$$a = \frac{1\ m}{1\ seg^2}$$

$$= 1\ m/seg^2$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

También podemos concluir con las consideraciones de la gráfica 6C que las distancias obtenidas en el renglón 6, son las distancias recorridas por el movimiento debido exclusivamente por la aceleración y las distancias obtenidas en el renglón 5 son las debidas a la velocidad inicial como si actuara como una velocidad constante.

$$d \propto t^2$$

$$d = kt^2$$

Ejemplo: $d = \frac{1}{2} at^2$

$d = 12.5m,\ t = 5seg,\ a = ?$

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

$$a = 2x12.5m/25\ seg^2$$

$$a = 1\ m/seg^2$$

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 mirar 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.

-Pues va a perder; yo le voy a Raúl.

-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/h.

-Por lo tanto aceleró.

-También Mario aceleró, pues cambió su velocidad.

-Sí, pero solamente de 0 a 40 Km/hr.

-No dejes que te rebasen Raúl.

-Aaah...

-Malvado gato, al atravesarse ocasionó que Mario frenara.

-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 a 30 Km/hr en 5 segundos.

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

-¿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 segundos y lo hizo en forma tremendamente violenta.

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

-Si, 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?

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

-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 (CUENTO).

-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 velocidad = velocidad final - velocidad inicial.

-Entonces, cuando frenó Mario, ¿cuál fue el cambio de velocidad?

-La velocidad final fue de 30 Km/hr según indicó el marcador.

-Y la velocidad inicial fue de 200 Km/hr.

$v = 30$ Km/hr $\qquad v_0 = 200$ Km/hr

transformarlo a m/seg:

$v = 8.33$ m/seg $\qquad v_0 = 55.55$ m/seg

-Por lo tanto:

Cambio de velocidad = velocidad final - velocidad inicial.

$$\Delta v = v - v_0$$

$$\Delta v = 30 \text{ Km/hr} - 200 \text{ Km/hr}$$

$$= 8.33 \text{ m/seg} - 55.55 \text{ m/seg}$$

$$= -47.22 \text{ m/seg}$$

-¡Se obtiene un número negativo! ¿y eso?

-No te asustes, el signo *negativo* nos indica que la velocidad del automóvil *disminuye*, o sea, que frenó. El coche tuvo que *reducir* su velocidad inicial en 170 Km/hr (47.22 m/seg) para llegar a 30 Km/hr (8.33 m/seg), ¿de acuerdo?

-Susana, ¿en cuánto tiempo frenó Mario?

-En cinco 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:

$$\textit{Aceleración} = \frac{\textit{cambio de velocidad}}{\textit{tiempo en que ocurre el cambio de vel.}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

-Sustituyendo en esta fórmula los valores, tenemos:

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

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

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

-¿Y si hubiese frenado en media hora?

-Media hora son 1800 segundos.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

-En ese caso la aceleración hubiera sido:

$$\text{Aceleración} = \frac{-47.22 \text{ m/seg}}{1800 \text{ seg}^2}$$

$$= -0.0262 \text{ m/seg/seg}$$

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

-En este caso el valor de la *aceleración* fue *menor* en el primero; y también como 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. Enton-- ces, ¿qué sucedió al arrancar?

-Ya te la pusieron difícil Daniel.

-Tranquilos no se me alboroten. Recordemos que Raúl arrancó y cambió su velocidad de 0 a 60 Km/hr (16.67 m/seg) en 2 segundos.

-Bien.

-En este caso:

Velocidad inicial	= 0 Km/hr
Velocidad final	= 60 Km/hr = 16.67 m/seg
Cambio de velocidad	= Vel. final - vel. inicial
	= 16.67 m/seg - 0
	= 16.67 m/seg

-El tiempo en que ocurrió este cambio fue de 2 segundos, por lo que:

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{tiempo en que ocurre el cambio de vel.}}$$

$$= \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$= \frac{16.67 \text{ m/seg}}{2 \text{ seg}}$$

$$= 8.33 \text{ m/seg/seg}$$

$$= 8.33 \text{ m/seg}^2$$

-Como pueden ver, si la velocidad disminuye, la acelera ción es negativa, mientras que si la velocidad aumenta, la aceleración es positiva.

-O dicho en lenguaje más claro, si frenas tienes acele- ración negativa, y si arrancas tienes aceleración positiva.

6-2 FÓRMULAS DEL MOVIMIENTO ACELERADO.

Por definición Ec. (6):

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

despejando, tenemos:

$$\boxed{v = v_o + at} \qquad \text{(I)}$$

El espacio recorrido en el tiempo t:

$$d = \bar{v}\, t \qquad (\bar{v} = \text{velocidad media}) \qquad (10)$$

por definición

$$v = \frac{v + v_o}{2} \quad \text{por definición} \tag{11}$$

Sustituyendo 11 en la ecuación 10, tenemos:

$$\boxed{d = \frac{v + v_o}{2}\, t} \tag{II}$$

despejando "t" en las ecuaciones (I) y (II), tenemos:

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

$$t = \frac{2d}{v + v_o}$$

Dos cantidades iguales a una tercera, son iguales entre sí, por lo tanto:

$$\frac{v - v_o}{a} = \frac{2d}{v + v_o}$$

$$(v - v_o)\,(v + v_o) = 2ad$$

$$v^2 - v_o^2 = 2ad$$

$$\boxed{v^2 = v_o^2 + 2ad} \tag{III}$$

Sustituyendo la ecuación (I) en la ecuación (II), tenemos:

$$d = \frac{(v_o + at) + v_o}{2}\, t$$

$$d = \frac{v_o + at + v_o}{2}\, t$$

$$d = \frac{(2v_o + at)\, t}{2}$$

$$\boxed{d = v_o t + \frac{1}{2} at^2} \tag{IV}$$

Estas cuatro fórmulas siempre nos servirán para calcular cualquier dato que necesitemos saber; esos datos pueden ser cualesquiera de las variables que intervengan en las ecuaciones.

6-3 CÓMO SELECCIONAR LA ECUACIÓN ADECUADA PARA LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE MOVIMIENTO ACELERADO.

Para seleccionar la ecuación adecuada, en un problema de movimiento acelerado, debemos tomar muy en cuenta todos los datos del problema.

Ejemplo.

Un cuerpo parte desde el reposo y adquiere una velocidad de 12 m/seg en un tiempo de 3 seg. ¿Cuál será a) su aceleración, b) la distancia recorrida durante ese tiempo?

Solución.

Primeramente tenemos que identificar los datos del problema.

Datos:

$v_o = 0$ — Como regla general, siempre que un cuerpo parte desde el reposo la velocidad de éste es nula, por lo tanto es igual a cero.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$v = 12$ m/seg

$t = 3$ seg

Segundo paso. Debemos identificar la o las incógnitas del problema.

$$a = ?$$
$$d = ?$$

Tercer paso. Una vez que ya tenemos todos los datos del problema y las incógnitas bien identificadas, debemos cerciorarnos de que todos los datos estén en las mismas unidades. En caso de que no lo estén, hay que transformarlas para que queden unidades en el mismo sistema.

Cuarto paso. Una vez que ya hicimos los pasos anteriores, procedemos a analizar las cuatro fórmulas generales del movimiento acelerado. Este análisis es para seleccionar las fórmulas que contengan la incógnita.

Así, tenemos que las cuatro fórmulas generales son:

$$v = v_o + at \qquad \text{(I)}$$

$$d = \frac{v + v_o}{2} t \qquad \text{(II)}$$

$$v^2 = v_o^2 + 2ad \qquad \text{(III)}$$

$$d = v_o t + \frac{1}{2} at^2 \qquad \text{(IV)}$$

Notamos que en las ecuaciones I, III y IV aparece la primer incógnita, o sea la aceleración (a) y posiblemente podamos calcular directamente el problema.

Quinto paso. Este paso consiste en descartar las fórmulas que contengan otra incógnita. Por ejemplo, en la ecuación III tenemos la aceleración de incógnita, pero también tenemos la distancia que es otra incógnita y la ecuación no se puede resolver por tener dos. La única ecuación por la cual podemos calcular directamente la aceleración es la ecuación I.

$$v = v_o + at$$

despejando la incógnita:

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

Sustituyendo la incógnita:

$$a = \frac{12 \frac{m}{seg} - 0}{3 \text{ seg}}$$

$$a = 4 \frac{m}{seg^2}$$

Ahora, suponiendo que no hemos calculado nada, procedamos a hacer lo mismo que hicimos para calcular la aceleración así que identifiquemos las fórmulas que contengan la distancia. Tenemos que las fórmulas que contienen distancias son: la ecuación II, III y IV; al igual que cuando calculamos la aceleración identifiquemos la ecuación que contiene únicamente la incógnita. Como supusimos que no se había calculado nada, entonces la única fórmula que nos queda es la ecuación II.

$$d = \frac{v + v_o}{2} t$$

Sustituyendo los datos:

$$d = \frac{12 \frac{m}{seg} + 0}{2} 3 \text{ seg}$$

$$d = 18 \text{ m}$$

Como comprobación de los resultados obtenidos escojamos una ecuación cualquiera, por ejemplo:

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

tenemos como dato la velocidad final; si la elevamos al cuadrado y sustituimos todos los valores, tenemos que llegar a una igualdad. Así que:

$$(12\ m/seg)^2 = (0)^2 + 2(4\ m/seg^2)(18\ m)$$

$$144\ m^2/seg^2 = 144\ m^2/seg^2$$

Como nos dio una igualdad, esto nos indica que los resultados que obtuvimos de aceleración y distancia son correctos.

Ejemplo 3.

Un tren viaja a 5 m/seg cuando de repente se abre completamente el acelerador durante una distancia de 1 Km. Si la aceleración es de 0.1 m/seg, ¿cuál es la velocidad final?

Solución:

Si analizamos las cuatro fórmulas generales del movimiento acelerado, vemos que sólo la ecuación III se puede usar, ya que conocemos la velocidad inicial, la aceleración y la distancia recorrida en la cual queda una sola incógnita (v). Y por sustitución directa en esta ecuación, tenemos:

$$v^2 = (5\ m/seg^2) + 2(0.1\ m/seg^2)(1000\ m)$$

$$v^2 = 25\ m^2/seg^2 + 200\ m^2/seg^2$$

$$v^2 = 225\ m^2/seg^2$$

$$v = \sqrt{225\ m^2/seg^2}$$

$$v = 15\ m/seg$$

NOTA: Siempre hay que trabajar con un solo tipo de unidades, por eso se transformó en este ejemplo. La distancia pasó de Km a m.

Ejemplo 4.

Un avión de reacción, partiendo desde el reposo, al final de la carrera adquiere una rapidez de despegue de 270 Km/hr en una distancia de 2200 m. Calcular: (a) el tiempo para lograr el despegue, (b) la aceleración en m/seg.

Solución:

(a) Para calcular el tiempo, analizamos las cuatro fórmulas generales y sólo podemos usar la ecuación (II), ya que nos queda una incógnita conociendo la velocidad inicial, velocidad final y la distancia.

$$d = \frac{v + v_o}{2}t$$

$$t = \frac{2d}{v + v_o} \qquad \text{despejando}$$

$$t = \frac{2 \times 2200\ m}{75\ m/seg + 0} \qquad \text{sustituyendo}$$

$$t = 58.67\ seg$$

(b) Para calcular la aceleración, ya conociendo el tiempo, podemos usar las ecuaciónes (I), (III) y (IV). Pero por facilidad, usamos la (I).

$$v = v_o + at$$

$$a = \frac{v + v_o}{t} \qquad \text{despejando}$$

$$a = \frac{75\ m/seg - 0}{58.67\ seg} \qquad \text{sustituyendo}$$

$$a = 1.28\ m/seg^2$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1er. SEMESTRE.   UNIDAD VII

C A Í D A   L I B R E.

Aristóteles dice que "una bala de hierro de 100 libras que caiga de una altura de 100 codos llega al suelo antes que una bala de una libra que haya caído al suelo desde su altura de un codo". Yo digo que llegan al mismo tiempo si se lanzan desde la misma altura.

OBJETIVOS.

1.- Identificar el movimiento de caída libre y tiro vertical.

2.- Transformar las 4 ecuaciones del movimiento acelerado para emplearse en el caso particular de caída libre.

3.- Resolver a partir de datos apropiados, problemas de caída libre.

4.- Usar las condiciones especiales, para el caso particular del tiro vertical para poder emplear las ecuaciones generales del movimiento acelerado.

5.- Resolver, a partir de los datos apropiados, la velocidad, tiempo y altura en cualquier punto dado de un cuerpo que es lanzado verticalmente hacia arriba.

PROCEDIMIENTO.

1.- Lee en forma general el capítulo VII.

2.- Una segunda lectura del capítulo para que subrayes lo más importante.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Escribe en tu libreta un resumen del capítulo.

4.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

5.- Resuelve problemas de la autoevaluación, siguiendo el procedimiento de los ejemplos resueltos, tratando de llegar a las respuestas dadas al final del problema.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad deberás entregar, en hojas tamaño carta, los problemas de caída libre y tiro vertical del capítulo VII.

CAPÍTULO VII.

C A Í D A   L I B R E.

En el ataque de Galileo contra la cosmología aristotélica casi no hay detalles que sean nuevos. Sin embargo, su enfoque y sus descubrimientos en conjunto constituyeron la primera presentación efectiva de la ciencia del movimiento. Galileo estaba consciente de que al entender el movimiento de caída libre se tiene la clave para comprender todos los movimientos que observamos en los objetos de la naturaleza. El saber *cuál* era el fenómeno clave fue un toque de genio, pero en muchos aspectos Galileo trabajaba simplemente como lo hacen en general todos los científicos. Su enfoque del problema del movmiento nos ofrece un buen "caso de estudio" como introducción a las estrategias de investigación que todavía se usan en la ciencia.

7-1 CAÍDA LIBRE.

Los cuerpos en caída libre no son más que un caso particular del movimiento acelerado (velocidad variable), con característica de que la aceleración es la debida a la gravedad.

La aceleración de un cuerpo en caída libre (despreciando la resistencia del aire), es constante para cada lugar de la Tierra y varía relativamente poco de un punto a otro.

Su valor es:

$$g = 9.8 \text{ m/seg}^2$$
$$g = 980 \text{ cm/seg}^2$$

Para nuestros cálculos en este libro usaremos g= 10 m/seg^2 o 1000 cm/seg^2.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.- Escribe en tu libreta un resumen del capítulo.

4.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.

5.- Resuelve problemas de la autoevaluación, siguiendo el procedimiento de los ejemplos resueltos, tratando de llegar a las respuestas dadas al final del problema.

PRE-REQUISITO.

Para tener derecho a presentar esta unidad deberás entregar, en hojas tamaño carta, los problemas de caída libre y tiro vertical del capítulo VII.

CAPÍTULO VII.

C A Í D A   L I B R E.

En el ataque de Galileo contra la cosmología aristotélica casi no hay detalles que sean nuevos. Sin embargo, su enfoque y sus descubrimientos en conjunto constituyeron la primera presentación efectiva de la ciencia del movimiento. Galileo estaba consciente de que al entender el movimiento de caída libre se tiene la clave para comprender todos los movimientos que observamos en los objetos de la naturaleza. El saber cuál era el fenómeno clave fue un toque de genio, pero en muchos aspectos Galileo trabajaba simplemente como lo hacen en general todos los científicos. Su enfoque del problema del movmiento nos ofrece un buen "caso de estudio" como introducción a las estrategias de investigación que todavía se usan en la ciencia.

7-1 CAÍDA LIBRE.

Los cuerpos en caída libre no son más que un caso particular del movimiento acelerado (velocidad variable), con característica de que la aceleración es la debida a la gravedad.

La aceleración de un cuerpo en caída libre (despreciando la resistencia del aire), es constante para cada lugar de la Tierra y varía relativamente poco de un punto a otro.

Su valor es:

$$g = 9.8 \text{ m/seg}^2$$
$$g = 980 \text{ cm/seg}^2$$

Para nuestros cálculos en este libro usaremos g= 10 m/seg^2 o 1000 cm/seg^2.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Antes de comenzar el ejemplo 5, mencionaremos que en caída libre se emplean las fórmulas del movimiento acelerado (las 4 fórmulas generales), con la única diferencia de que la aceleración en caída libre (g) es constante para todos los cuerpos, no importando el material de que está constituido y que para facilidad de nuestros cálculos emplearemos 10 m/seg^2 en el sistema M.K.S. y 1000 cm/seg^2 en el sistema c.g.s.

Si el cuerpo es soltado en caída libre, la velocidad inicial es igual a cero. $v_o = 0$

Ejemplo 5.

Se suelta una piedra desde 45 m de altura. Calcular: a) ¿con qué velocidad llegará al suelo? b) ¿cuánto tiempo empleará en llegar al suelo?

Solución:

Analicemos despacio este fenómeno. Lo haremos viendo qué sucede en cada segundo de tiempo en su caída.

1º ¿Qué sucedería en el primer segundo de vuelo de la piedra?

Existirá una distancia recorrida debido a la aceleración, la cual podemos calcular empleando la ecuación (IV).

$$d_1 = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 0 \times 1 \text{ seg} + \frac{1}{2}(10 \text{ m/seg}^2)(1 \text{ seg})^2$$

$$= 0 \qquad + 5 \text{ m}$$

$$= 5 \text{ m}$$

Por la fórmula (I) tenemos la velocidad final de este primer segundo.

$$v = v_o + at$$

$$= 0 + 10 \text{ m/seg}^2 \times 1 \text{ seg}$$

$$= 10 \text{ m/seg}$$

¿Qué sucedería en el siguiente segundo? Recorrerá una distancia en este tiempo. Para este lapso de tiempo (1 segundo) usaremos como velocidad inicial la velocidad final del paso anterior, $v_o = 10$ m/seg.

$$d_2 = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 10 \text{ m/seg} \times 1 \text{ seg} + \frac{1}{2}(10 \text{ m/seg}^2)(1 \text{ seg})^2$$

$$= 10 \text{ m} \qquad + 5 \text{ m}$$

$$= 15 \text{ m}$$

Y la velocidad al finalizar esta etapa es:

$$v = v_o + at$$

$$= 10 \text{ m/seg} + (10 \text{ m/seg}^2)(1 \text{ seg})$$

$$= 10 \text{ m/seg} + 10 \text{ m/seg}$$

$$= 20 \text{ m/seg}$$

Distancia total hasta aquí:

$$d_t = 5 \text{ m} + 15 \text{ m}$$

$$= 20 \text{ m}$$

3º ¿Qué sucedería en el tercer segundo? Existirá también una distancia recorrida en este tiempo y también para ello usaremos como velocidad inicial la velocidad final del paso anterior, $v_o = 20$ m/seg.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$d_3 = v_o t + at^2$$

$$= 20 \text{ m/seg} \times 1 \text{ seg} + \frac{1}{2}(10 \text{ m/seg}^2)(1 \text{ seg})^2$$

$$= 20 \text{ m} + 5 \text{ m}$$

$$= 25 \text{ m}$$

Y la velocidad al finalizar esta etapa:

$$v = v_o + at$$

$$= 20 \text{ m/seg} + (10 \text{ m/seg})(15 \text{ seg})$$

$$= 30 \text{ m/seg}$$

La distancia total recorrida hasta esta etapa es la suma de las distancias en los tres lapsos de tiempo.

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

$$= 5 \text{ m} + 15 \text{ m} + 25 \text{ m}$$

$$= 45 \text{ m}$$

Por deducción obtendremos que recorrió 45 m en 3 segundos y que la velocidad final (choque) es de 30 m/seg.

Estos pasos anteriores son para que observes el comportamiento en caída libre, ya que todos los cuerpos en caída libre realizan lo mismo.

Ahora veamos la facilidad con que se calculan estas dos incógnitas, tomando como base las cuatro fórmulas generales del movimiento acelerado.

a) Para calcular la velocidad final, sólo podemos usar la ecuación (III). En las ecuaciones (I) y (II) no tenemos los datos convenientes para calcular la velocidad final y

la ecuación (IV) no tiene la incógnita v (velocidad final).

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$v^2 = 0 + 2(10 \text{ m/seg}^2)(45 \text{ m})$$

$$v^2 = 0 + 900 \text{ m}^2/\text{seg}^2$$

$$v^2 = 900 \text{ m/seg}^2$$

$$= \sqrt{900 \text{ m}^2/\text{seg}^2}$$

$$= 30 \text{ m/seg}$$

b) Para calcular el tiempo conociendo la velocidad final, sólo la ecuación (III) no podemos usar, ya que no tiene la incógnita (t). Pero la ecuación (II) es la más sencilla.

$$v = v_o + at$$

$$t = \frac{v - v_o}{a} \quad \text{despejando}$$

$$t = \frac{30 \text{ m/seg} - 0}{10 \text{ m/seg}^2}$$

$$= \frac{30 \text{ m/seg}}{10 \text{ m/seg}^2}$$

$$= 3 \text{ seg}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ejemplo 6.

Un objeto se suelta en caída libre y tarda 6 seg en tocar el suelo. Calcular: a) ¿desde qué altura se soltó? y b) ¿con qué velocidad llega al suelo?

Primeramente tenemos que identificar los datos del problema.

Datos:

Como es caída libre, la velocidad inicial es igual a cero y la aceleración es la de la gravedad, por lo tanto: $v_o = 0$, $t = 6$ seg, $a = 10$ m/seg y las incógnitas: $d = ?$ y $v = ?$

Solución:

a) Para calcular la altura, sólo podemos emplear la ecuación (IV), en la (I) no aparece la incógnita y en la (II) y (III) tendremos dos incógnitas.

$$d = v_o + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 0 \times 6 \text{ seg} + \frac{1}{2} (10 \text{ m/seg}^2)(6 \text{ seg})^2$$

$$= 0 + 180 \text{ m}$$

$$= 180 \text{ m}$$

b) Para la velocidad final, tenemos la ecuación (I):

$$v = v_o + at$$

$$= 0 + (10 \text{ m/seg}^2)(16 \text{ seg})$$

$$= 60 \text{ m/seg}$$

7-2 TIRO VERTICAL.

Cuando un cuerpo se proyecta en línea recta hacia arriba, su velocidad disminuirá con rapidez hasta llegar a algún punto en el cual esté, momentáneamente, en reposo y luego caerá de vuelta hacia la tierra, adquiriendo de nuevo al llegar al suelo la misma velocidad que tenía al ser lanzado. La esperimentación ha demostrado que el tiempo empleado en elevarse al punto más alto de una trayectoria, es igual al tiempo transcurrido en la caída desde allí al suelo. Esto implica que los movimientos hacia arriba son, precisamente iguales a los movimientos de abajo, pero invertidos y que el tiempo y la rapidez para cualquier punto a lo largo de la trayectoria están dados por las ecuaciones generales del movimiento acelerado.

Para tratar el movimiento matemáticamente, es conveniente usar las ecuaciones generales del movimiento acelerado tomando el punto de lanzamiento como el *origen*, y adaptando el siguiente convenio para los signos en el tiro vertical:

1.- Las distancias por encima del origen son negativas.

2.- Las distancias abajo del origen son negativas.

3.- Las velocidades hacia arriba son positivas.

4.- Las velocidades hacia abajo son negativas.

5.- La aceleración hacia abajo (gravedad) es negativa.

Ya sea que el cuerpo se mueva hacia arriba o hacia abajo, la aceleración g, es siempre hacia abajo. Usando el convenio anterior sobre los signos, el valor de la gravedad es:

$$g = -9.8 \text{ m/seg}^2$$

o

$$g = -32 \text{ pies/seg}^2$$

Para nuestros ejemplos usaremos, $g = -10$ m/seg^2.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ejemplo 7.

Se arroja una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad de 35 m/seg. Calcular: a) la altura máxima alcanzada, b) la velocidad con que llega al punto de partida, c) el tiempo total de vuelo hasta regresar al punto de partida, d) si tuviera libertad de seguir más abajo del nivel de lanzamiento y recorriera 22.5 m, ¿con qué velocidad llegaría?

Solución:

a) Altura máxima alcanzada. Utilizando los datos del período de subida, podemos calcular la altura máxima.

Datos: $v_o = 35$ m/seg, a= -10 m/seg^2 y v=0. (El ascenso es hasta que el cuerpo se detenga y en esa parte la velocidad final es cero).

Para este caso usamos la ecuación (III):

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$d = \frac{v^2 - v_o^2}{2a} \qquad \text{despejando}$$

$$d = \frac{(0\ m/seg)^2 - (35\ m/seg)^2}{2 \times (-10\ m/seg^2)}$$

$$d = 61.25\ m$$

b) La velocidad con que llega al punto de partida.

Datos: $v_o = 35$ m/seg, a= -10 m/seg^2, d = 0 m.

Por la ecuación (III), tenemos:

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$v^2 = (35\ m/seg)^2 + 2 \times (-10\ m/seg^2)(\ x\ (0m)$$

$$v = (35\ m/seg)^2 + 0$$

$$v = \sqrt{(35\ m/seg)^2}$$

$$v = \pm\ 35\ m/seg$$

Por el convenio de los signos en el tiro vertical, tenemos que en la caída la velocidad va hacia abajo, entonces tomamos:

$$v = -\ 35\ m/seg$$

c) El tiempo total de vuelo hasta llegar al punto de partida.

Datos: 35 m/seg, v = -35 m/seg, a= -10 m/seg^2.

Por la ecuación (I), tenemos:

$$v = v_o + at$$

$$t = \frac{v - v_o}{a} \qquad \text{despejando}$$

$$= \frac{-35\ m/seg - 35\ m/seg}{-10\ m/seg^2}$$

$$= \frac{-70\ m/seg}{-10\ m/seg^2}$$

$$= 7\ seg$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

d) La velocidad con que llegaría a 22.5 m abajo del punto de partida.

Datos: $v_o = 35$ m/seg, $a = -10$ m/seg^2, $d = -22.5$ m.

Por la ecuación (III), tenemos:

$$v^2 = v_o^2 + 2ad$$

$$v^2 = (35\ \text{m/seg})^2 + 2 \times (-10\text{m/seg}^2)(-22.5\ \text{m})$$

$$v^2 = 1225\ \text{m}^2/\text{seg}^2 + 450\ \text{m}^2/\text{seg}^2$$

$$v^2 = 1675\ \text{m}^2/\text{seg}^2$$

$$v = \sqrt{1675\ \text{m}^2/\text{seg}^2}$$

$$v = \pm\ 40.93\ \text{m/seg}$$

$$v = -\ 40.92\ \text{m/seg} \qquad \text{por convenio}$$

7-3 TIRO HORIZONTAL.

Si un cuerpo cae libremente desde el reposo al mismo tiempo que otro es lanzado horizontalmente desde la misma altura, los dos chocan a la vez con el suelo. Ver dibujo de la figura 7.

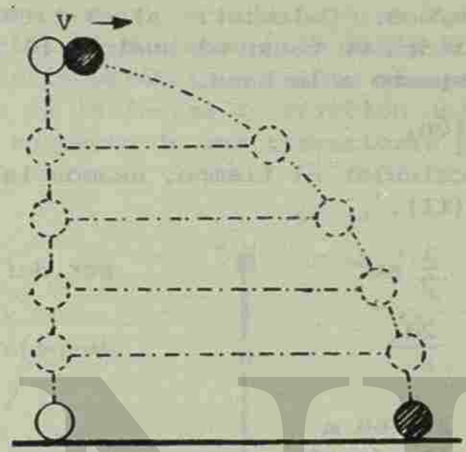


Fig. 7.

La primera conclusión que se puede deducir en el dibujo es que la aceleración hacia abajo de un proyectil es la misma que la caída libre de un cuerpo y se produce independientemente de su movimiento horizontal.

En otras palabras, un proyectil ejecuta dos movimientos independientes:

1ª Una velocidad horizontal v y

2ª Una aceleración vertical hacia abajo.

La primera parte es similar a lo que se vió en el tema de la velocidad constante; por lo tanto, el alcance del proyectil en tiro horizontal será:

$$d_x = vt \tag{1}$$

La segunda parte es similar a caída libre; por lo tanto, la altura recorrida será:

$$d_y = 1/2\ at^2$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ejemplo 8.

Desde un punto situado a 60 m de altura se lanza horizontalmente una piedra con una velocidad de 15 m/seg. Calcular: a) el tiempo que tarda la piedra en tocar el suelo, b) la distancia con respecto a la base.

Solución:

a) Para calcular el tiempo, usamos la ecuación (II).

$$d_y = \frac{1}{2} at^2 \qquad \text{por definición}$$

$$t^2 = \frac{2d}{a} \qquad \text{despejando}$$

$$t^2 = \frac{2 \times 60 \text{ m}}{10 \text{ m/seg}^2}$$

$$t = 3.46 \text{ seg}$$

b) El alcance con respecto a la base.

$$d_x = vt$$

$$d_x = 15 \text{ m/seg} \times 3.46 \text{ seg}$$

$$d_x = 51.9 \text{ m}$$

7-4 TIRO PARABÓLICO

Muchos objetos cuando son lanzados en el aire, siguen una trayectoria parabólica. Tal es el caso para bajas velocidades, donde la fuerza retardadora de la fricción del aire es despreciable. Para los proyectiles a gran velocidad, el aire frena continuamente, el movimiento es hacia abajo y la trayectoria se aparta de la parábola. Cuanto más alta sea la velocidad, más grande es la fuerza de fricción del aire y mayor es la desviación respecto de una trayectoria parabólica.

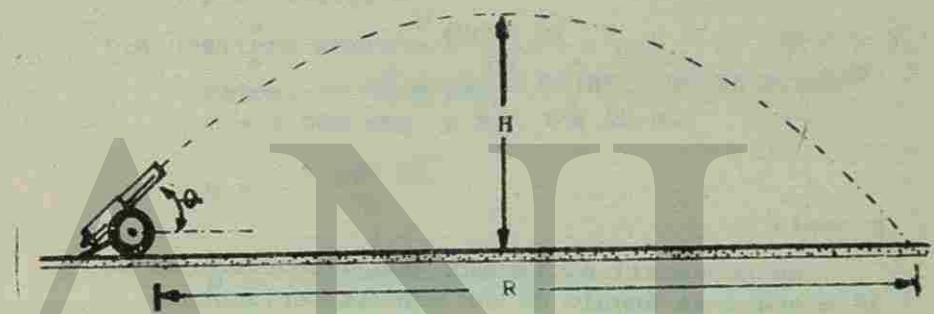


Fig. 8.

En general, es conveniente despreciar la fricción del aire, calcular la trayectoria teórica de un proyectil y luego, si es necesario, hacer las correcciones para el rozamiento del aire. Como regla, los factores conocidos concernientes a un proyectil dado, son "v" la velocidad inicial de lanzamiento y θ el ángulo de salida. Este ángulo siempre se mide desde la horizontal, y en el caso de balas y granadas es la *elevación, ángulo de elevación*.

Los factores para calcular son:

1.- El tiempo total del vuelo.

2.- La altura máxima obtenida.

3.- El alcance logrado.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El tiempo total de vuelo de un proyectil se define como el tiempo necesario para su regreso al mismo nivel desde donde fue disparado. La altura máxima, llamada flecha, se define como la mayor distancia vertical alcanzada, medida desde el plano horizontal de tiro, mientras el alcance es la diferencia horizontal desde el punto de proyección hasta el punto donde el proyectil vuelve otra vez al mismo plano horizontal.

Para calcular cada uno de estos factores, basados en los conceptos de velocidad constante, movimiento acelerado y bajo procedimientos matemáticos, se dedujeron las siguientes fórmulas:

$$T = \frac{2\ v\ sen\theta}{g} \qquad H = \frac{(v\ sen\theta)^2}{2g} \qquad R = \frac{v^2}{g}\ sen\ 2\ \theta$$

Ejemplo 9.

Un proyectil es lanzado con una velocidad de 40 m/seg a un ángulo de 30° con la horizontal. Calcular: a) el tiempo de vuelo, b) el alcance y c) la altura máxima.

Solución:

a) El tiempo de vuelo.

Datos: v= 40 m/seg, θ= 30° y g= 10 m/seg².

$$T = \frac{2\ v\ sen\theta}{g}$$

$$T = \frac{2 \times 40\ m/seg \times sen\ 30°}{10\ m/seg^2}$$

$$T = \frac{2 \times 40\ m/seg \times 0.5}{10\ m/seg^2}$$

$$T = 4.000\ seg$$

b) El alcance.

Datos: v= 40 m/seg, θ= 30°, g= 10 m/seg² y T= 4.000 seg.

$$R = \frac{v^2}{g}\ sen\ 2\theta$$

$$R = \frac{(40\ m/seg)^2}{10\ m/seg^2}\ sen\ 60°$$

$$R = \frac{(40\ m/seg)^2}{10\ m/seg^2} \times 0.866$$

$$R = 138.56\ m$$

c) Altura máxima.

Datos: v= 40 m/seg, θ=30°, g= 10 m/seg² T = 4.000 seg y R = 138.56 m.

$$H = \frac{(v\ sen\ \theta)^2}{2g}$$

$$H = \frac{(40\ m/seg\ sen\ 30°)^2}{20\ m/seg^2}$$

$$H = \frac{(40\ m/seg \times 0.5)^2}{20\ m/seg^2}$$

$$H = 20\ m$$

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$v=\frac{d}{t}$

$d=v.t$

$t=d/v$

AUTOEVALUACIÓN.

1.- Un cuerpo en movimiento recorre 25 m en 8 seg. ¿Cuál será su rapidez si su movimiento es uniforme?
{v= 3.125 m/seg}

2.- Un cuerpo lleva una rapidez constante de 12 m/seg y dura con esta rapidez un lapso de 11 seg. ¿Qué distancia habrá recorrido?
{d= 132 m }

$v=d/t$

$d=v_o t$

3.- Calcular el tiempo que tarda en recorrer 64.5 m un cuerpo que lleva una rapidez constante de 3 m/seg.
{t= 21.5 seg}

$d=t\cdot v$ $t=d/v$

4.- Se hace un reocrrido de 42 Km en 2 horas 36 minutos. Calcular la rapidez media en: a) Km/hr, b) m/seg.
{a) $\bar{v}$= 16.154 Km/hr, b) 4.487 m/seg}

5.- Un automóvil viaja a 90 Km/hr. a) ¿Cuánto tardará en recorrer 636 Km?, b) ¿Cuánto tardará en recorrer 945 Km? c) En 23:45', ¿cuánto habrá recorrido?
{a) t= 7.07 hr b) t= 10.5 hr
c) d= 2122.5 Km}

6.- Un avión a reacción de pasajeros cruza un país en una distancia de 4500 durante 4 horas 28 minutos. Calcular su rapidez media en: a) Km/hr y b) m/seg.
{a) $\bar{v}$ = 1007.5 Km/hr b) $\bar{v}$ = 279.85 m/seg}

7.- En una ocasión, los 100 m libres en una competencia de natación fueron ganados en 1 minuto 6 segundos. Calcular la rapidez media en: a) m/seg, b) Km/hr.
{a) $\bar{v}$= 1.515 m/seg b) $\bar{v}$= 5.455 Km/hr}

8.- Un automóvil, partiendo del reposo adquiere una velocidad de 30 m/seg en 15 seg. Calcular: a) la aceleración en m/seg, b) la distancia total recorrida en los 15 seg en m, c) la distancia total en Km.
{a) a= 2 m/seg ^{2} b) d= 225 m
c) d= 0.225 Km }

9.- Un tren, partiendo del reposo, lleva una aceleración de 0.4 m/seg durante 60 seg. Calcular: a) la distancia total recorrida en los 60 seg y b) la velocidad al finalizar los 60 seg.
{a) d= 720 m b) v= 24 m/seg}

21.5
3 | 64.5
04
15
0

10.- Un cuerpo que lleva una rapidez de 8.33 m/seg adquiere una rapidez de 16.66 m/seg. Calcular: a) la aceleración y b) el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia.
{a) a= 0.186 m/seg^2 b) t= 44.82 seg}

11.- Un hombre, conduciendo un automóvil a una rapidez inicial de 90 Km/hr, súbitamente aplica los frenos parando el automóvil en 5 seg. Encontrar: a) la aceleración, b) la distancia recorrida.
{a) a= -5 m/seg b) d= 62.5 m

12.- Partiendo del reposo, un avión despega después de recorrer 1200 m a lo largo de la pista. Si el avión despega a la rapidez de 126 Km/hr, calcular: a) la aceleración y b) el tiempo total para el despegue.
{a) a= 0.51 m/seg^2 b) t= 68.57 seg}

13.- Un avión va a aterrizar recorriendo una distancia de 1200 m a lo largo de la pista, antes de detenerse. Si la aceleración es constante y la rapidez con que aterriza es de 108 Km/hr, calcular: a) la aceleración, b) el tiempo para detenerse.
{a) a= -0.375 m/seg b) t= 80 seg}

14.- En la parte inicial del cañón de un rifle de 75 cm de largo, parte una bala y adquiere una rapidez de 800 m/seg en la boca del arma. Calcular: a) la velocidad media de la bala mientras se acelera dentro del cañón, b) el tiempo

{a) v= 400 m/seg b) t= 1.875 x 10^{-3}seg
c) a= 4.27 x 10 m/seg^2}

15.- Se suelta una pelota desde la cornisa de un edificio a 70 m de altura. Calcular: a) la velocidad con que choca en el suelo y b) el tiempo que tarda en chocar. a= 10 m/seg.
{a) v= 37.42 m/seg t= 4.742 seg}

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
UANL
ALERE FLAMMAM VERITATIS

16.- Se suelta una piedra en la orilla de un precipicio y tarda en chocar el bordo 5.5 seg. Calcular: a) la velocidad con que choca en el fondo y b) la altura.
{a) 55 m/seg. b) h= 151.25 m}

17.- Un cuerpo que cae choca en el suelo con una velocidad de 6 m/seg. Calcular: a) desde qué altura cayó y b) el tiempo que tardó en tocar el suelo.
{a) h= 1.8 m b) t= 0.6 seg}

18.- Un cuerpo cae desde una altura de 60 m. a) ¿Con qué velocidad llega al suelo? b) ¿Qué tiempo dura en el aire?
{a) v= 34.6 m/seg b) t= 3.46 seg}

19.- Una pelota cae en el vacío y tarda 4.3 seg en tocar el fondo. a) ¿De qué altura cayó? b) ¿Con qué velocidad llega al fondo?
{a) h= 88.2 m b) v= 42 m/seg}

20.- Un cuerpo cae en el vacío y choca en el fondo con una velocidad de 10 m/seg. Calcular: a) la altura de la que cayó y b) el tiempo en el aire.
{a) h= 5 m b) t= 1 seg }

21.- Se lanza una flecha verticalmente hacia arriba con una velocidad de 60 m/seg. Calcular: a) la altura máxima alcanzada, b) el tiempo total de vuelo hasta caer otra vez al punto de partida, c) la velocidad y la altura en cada uno de los siguientes tiempos transcurridos: 1 seg, 2 seg, 3 seg, 5 seg, 6 seg, 7 seg, 8 seg, 9 seg, 10 seg, 11 seg y 12 seg; d) grafica la altura contra el tiempo del inciso anterior.
{a) d= 180 m b) t= 12 seg
c) v= 50 m/seg h= 55 m
v= 40 m/seg h= 100 m
v= 30 m/seg h= 135 m
v= 10 m/seg h= 175 m
v= 0 m/seg h= 180 m
v= 10 m/seg h= 175 m
v= 20 m/seg h= 160 m
v= 30 m/seg h= 135 m
v= 40 m/seg h= 100 m
v= 50 m/seg h= 55 m
v= 60 m/seg h= 0 m}

22.- Una piedra se arroja hacia arriba desde la orilla de un precipicio con una velocidad de 35 m/seg. Encontrar: a) la altura máxima alcanzada, b) su velocidad final de 2 seg, c) su altura pasados 6 seg y d) su altura pasados 8 seg.
{a) h= 61.25 m b) v= 15 m/seg
c) d= 30 m d) d= 40 m abajo del nivel}

23.- Se arroja una pelota hacia arriba con una rapidez inicial de 30 m/seg. Al final de 6 seg, a) ¿a qué distancia estará de su punto de salida?, b) ¿en qué dirección se moverá?
{a) d= 0 (habrá llegado a su punto de partida.
b) Hacia abajo.}

24.- Se arroja horizontalmente una piedra a 30 m de un nivel de referencia, con una velocidad de 20 m/seg. Calcular: a) el alcance y b) el tiempo que tarda en tocar el suelo.
{a) x= 49 m b) 2.45 seg}

25.- Se dispara una bala horizontalmente a 2.5 m del suelo. Calcular: a) el tiempo que tardaría en llegar al blanco si se encuentra a 100 m de distancia y la bala lleva una velocidad de 750 m/seg. b) Si el blanco está a 2.5 m del suelo, ¿a qué distancia pegaría con respecto al blanco?
{a) t= 0.133 seg b) x= 0.089 m}

26.- Se dispara una bala horizontal a 2 m del suelo con una velocidad de 800 m/seg. Calcular: a) el tiempo que tardaría en tocar el suelo y b) el alcance de la bala.
{a) t= 0.632 seg b) x= 505.6 m}

27.- Un jugador de beisbol le arroja a otro una pelota con una velocidad de 20.0 m/seg y con un ángulo de inclinación de 30°. Calcular: a) el tiempo de vuelo de la pelota, b) la altura máxima que alcanza y c) la distancia entre los 2 jugadores.
{a) T= 2 seg b) h= 5 m
c) R= 34.64 m}

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

28.- Un joven le arroja un balón a otro con un ángulo de 60° y dura en el aire 1.5 seg. Calcular: a) la velocidad con que se arroja el balón, b) la altura máxima que al-- canza y c) la distancia a que está el segundo jugador con respecto al primero.
{a) v= 8.66 m/seg   b) H= 2.81 m
c) R= 6.49}

29.- Un blanco se encuentra a 96 m y se le lanza una flecha con una velocidad de 34.3 m/seg. Calcular: a) el ángulo de inclinación con que debe ser lanzado, b) el tiempo de vuelo y c) la altura máxima alcanzada.
{a) = 27.36°   b) T= 3.15 seg
c) H= 12.63 m}

30.- En el problema anterior, si se mueve el blanco a 115 m, calcular lo mismo.
{a) = 38.91°   b) T= 4.31 seg
c) H= 23.21 m}

B I B L I O G R A F Í A.

1.- Alvarenga Beatriz de, Máximo Antonio.
FÍSICA GENERAL.
Ed. Harla, S.A.
México, 1976.

2.- Beltrán Virgilio, Braun, Eliezer.
PRINCIPIOS DE FÍSICA.
Ed. Trillas, S.A.
México, 1970.

3.- Bueche, F.
FUNDAMENTOS DE FÍSICA.
Libros Mc. Graw-Hill de México, S.A.
México, 1970.

4.-
CIENCIAS FÍSICAS. Introducción Experimental.
Ed. Norma.
México, 1970.

5.- Gran Sopena.
DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO.
Ed. Ramón Sopena, S.A.

6.- Perelman y Akov.
FÍSICA RECREATIVA.
Ed. M.I.R.
Moscú, 1971.

7.- Physical Science Study Comittee.
FÍSICA.
Ed. Reverté, S.A.
México, 1962.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
CAPILLA ALFONSINA UANL
LIBRO ALQUILADO

28.- Un joven le arroja un balón a otro con un ángulo de 60° y dura en el aire 1.5 seg. Calcular: a) la velocidad con que se arroja el balón, b) la altura máxima que al-- canza y c) la distancia a que está el segundo jugador con respecto al primero.
{a) v= 8.66 m/seg b) H= 2.81 m
c) R= 6.49}

29.- Un blanco se encuentra a 96 m y se le lanza una flecha con una velocidad de 34.3 m/seg. Calcular: a) el ángulo de inclinación con que debe ser lanzado, b) el tiempo de vuelo y c) la altura máxima alcanzada.
{a) = 27.36° b) T= 3.15 seg
c) H= 12.63 m}

30.- En el problema anterior, si se mueve el blanco a 115 m, calcular lo mismo.
{a) = 38.91° b) T= 4.31 seg
c) H= 23.21 m}

B I B L I O G R A F Í A.

1.- Alvarenga Beatriz de, Máximo Antonio.
FÍSICA GENERAL.
Ed. Harla, S.A.
México, 1976.

2.- Beltrán Virgilio, Braun, Eliezer.
PRINCIPIOS DE FÍSICA.
Ed. Trillas, S.A.
México, 1970.

3.- Bueche, F.
FUNDAMENTOS DE FÍSICA.
Libros Mc. Graw-Hill de México, S.A.
México, 1970.

4.-
CIENCIAS FÍSICAS. Introducción Experimental.
Ed. Norma.
México, 1970.

5.- Gran Sopena.
DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO.
Ed. Ramón Sopena, S.A.

6.- Perelman y Akov.
FÍSICA RECREATIVA.
Ed. M.I.R.
Moscú, 1971.

7.- Physical Science Study Comittee.
FÍSICA.
Ed. Reverté, S.A.
México, 1962.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
CAPILLA ALFONSINA UANL
LIBRO ALQUILADO

$V = \frac{D}{t}$ $V = \frac{D}{t}$

8.- Reynoso, Moreno Vera, Juaristi.
NUEVAS CIENCIAS NATURALES.
Ed. Progreso, S.A.
México, 1973.

9.- Rutherford James, Holton Gerald, Watson Fletcher.
THE PROYECT PHYSICS COURSE.
Nolt, Rinehart y Winston Inc.
E. U. A. 1973.

10.- Schaum, Daniel.
FÍSICA GENERAL.
Libros Mc Graw-Hill de México, S.A.
México, 1970.

11.- Stollberg Robert y Faith Fitch Hill.
FÍSICA. Fundamentos y Fronteras.
Publicaciones Cultural, S.A.
México, 1975.

12.- White, Harvey E.
FÍSICA MODERNA.
Montaner y Simon, S.A.
Barcelona, 1965.

UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN ®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UAN
IDAD AUTÓNOMA DE NUEVO
CCIÓN GENERAL DE BIBLIOTEC