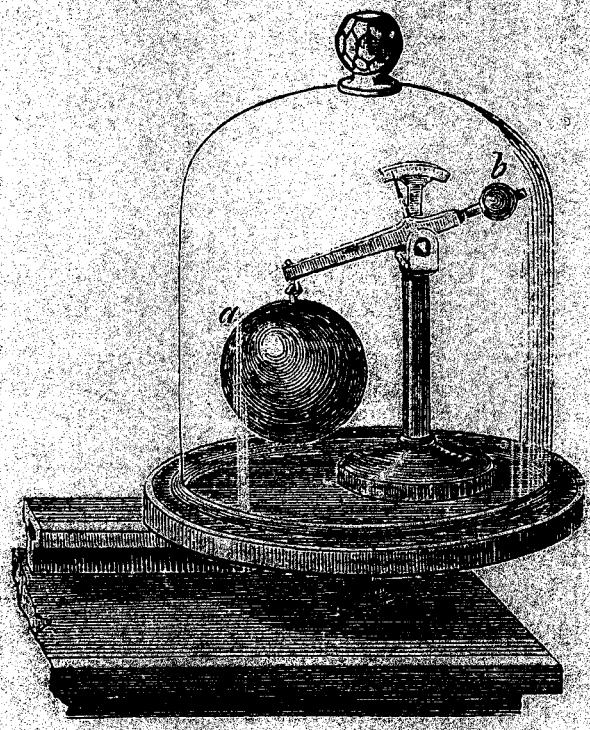
Experimentos de Física para Maestros

Nicolás Marín



EXPERIMENTOS DE FISICA PARA MAESTROS

Nicolás Marín Martínez
Profesor Titular de la Escuela de Magisterio de Almería

Almería, Noviembre, 1986

Dibujos: Eusebio Villanueva Pleguezuelo y
José María Parra Córdoba

Diseño y portada: Nicolás Marín Martínez

UNIVERSIDAD DE GRANADA. EXPERIMENTOS DE FISICA PARA MAESTROS. ISBN: 84-338-0460-X. Depósito legal: GR/736-1986. Imprime: Servicio de Publicaciones. Campus Universitario de Cartuja. Granada.

Impreso en España *Printed in Spain*

INTRODUCCION Y JUSTIFICACION DEL CUADERNO

En la enseñanza de la Física de Magisterio sería deseable que el alumno al término del curso presentara resultados satisfactorios, entre otros, en los siguientes dominios:

a) Conocimiento y comprensión de los contenidos mínimos fijados para el curso, en particular de aquellos que en un futuro deberá impartir como maestro.
b) Transferencia de los conocimientos a nuevas situaciones físicas.
c) Destreza y habilidad en el uso de los distintos procesos científicos: medición, ordenación de datos, experimentación, etc.
d) Capacidad para transmitir los conocimientos, destrezas y habilidades adquiridos al alumno de E.G.B.

Para que se dé la adquisición de las capacidades intelectivas citadas se hace necesario utilizar un tipo de aprendizaje que puede ser delimitado por ciertas consideraciones psicopedagógicas que esbozamos a continuación.

UNA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

Quien determina las conductas intelectivas del sujeto frente a los problemas que le plantea el medio es su estructura cognoscitiva. Todo tipo de experiencias que el sujeto lleve a cabo con su medio presupone la adquisición de nuevos datos que, por un doble proceso de asimilación y acomodación, el sujeto va integrando en su estructura cognoscitiva. Por otro lado, se aprecia en la génesis de ésta que las estructuras preoperacionales se construyen a partir de la interiorización de los esquemas de acción creados y madurados a nivel sensomotriz; asimismo, los saltos a estructuras más estables vienen precedidos por procesos de feed-back, donde la acción del sujeto frente al medio juega un papel decisivo en la superación de las dificultades características de cada nivel cognoscitivo. Todo esto pone de manifiesto algo de fundamental importancia en el campo de la enseñanza: la acción del sujeto, sus manipulaciones con los objetos, no sólo ayudan a integrar nuevos conocimientos a su estructura cognoscitiva, sino que se convierte en el principal motor de enriquecimiento y maduración de ésta.

Por otra parte, desde un punto de vista formal, en la mayoría de los contenidos de Física suceptibles de ser enseñandos podemos distinguir dos componentes: por un lado, el significante de éste, que puede identificarse con la descripción estrictamente verbal del contenido y que, desde el punto de vista de su aprendizaje, se requiere la utilización exclusiva de procesos nemotécnicos, y por otro lado, el significado del contenido que va ligado a la experiencia acumulada del sujeto en situaciones físicas que involucran correlatos externos del contenido y su adquisición está garantizada si en el proceso de aprendizaje se motiva al alumno para poner en juego los mecanismos de asimilación y de acomodación, lo que, como hemos visto en el párrafo anterior, se hace posible si se integra la experimentación, la investigación, los tanteos manipulativos, en el aprendizaje.

De lo dicho se desprende la importancia de considerar en la enseñanza tanto el significante como el significado de un contenido. El primero, porque permite el ordenamiento e interrelación interna de conocimientos, así como una comunicación de estos, el segundo, en tanto supone una integración por mecanismos de asimilación y acomodación a la estructura cognoscitiva, conlleva un enriquecimiento de ésta, o lo que es lo mismo, permite al sujeto mejorar sus respuestas frente a problemas que le plantea el medio, transferir sus conocimientos a nuevas situaciones, utilizar estos alejados del momento en que fueron asimilados, etc.

Si la enseñanza de los conceptos físicos se realiza sólo a través de los significantes de estos, el alumno sólo puede utilizar procesos nemotécnicos para integrarlos, sin que se den mecanismos de asimilación y acomodación, por lo que el nuevo conocimiento no se puede transferir y es olvidado con relativa rapidez, lo que explica, por un lado, que los items evaluativos referidos a identificación de conceptos ofrezcan resultados más satisfactorios que las cuestiones relativas a transferencias de conocimientos y, por otro, que de todo lo enseñado en un curso se recuerden pocas cosas en el siguiente.

CONDICIONANTES DE LA EXPERIMENTACION

Con estas consideraciones psicopedagógicas justificamos el uso de la experimentación como un recurso didáctico necesario para conseguir que el alumno adquiera las conductas finales fijadas inicialmente, sin embargo, el hecho de que el alumno experimente no garantiza necesariamente que se vayan a conseguir dichos fines, por lo que habría que matizar la experimentación con nuevas consideraciones en consonancia con las anteriores:

a) Los procesos científicos involucrados en la experimentación deben acomodarse al nivel cognoscitivo del alumno.
   Un modo de optimizar el aprendizaje se consigue evitando en la experimentación procesos experimentales o intelectuales que el alumno no pueda abordar, es decir, ayudamos a que las actividades sean mejor asimiladas si acomodamos éstas al nivel cognoscitivo del alumno, p.e. si el alumno se encuentra en un estadio preformal, difícilmente podrá desarrollar actividades que exijan realizar un diseño experimental donde deben controlar determinadas variables. Esto nos lleva obligadamente a analizar el nivel cognoscitivo del alumno de Magisterio: Si diéramos total credibilidad a los estudios piagetianos tendríamos que admitir que todos los alumnos se encuentran en el nivel formal, sin embargo, los resultados que han arrojado el test de Lawson y la observación sistemática de las conductas de los alumnos frente a actividades experimentales que requieren controlar variables, diseñar experimentos, emitir hipótesis, etc, dejan entrever que sólo entre el 10% y el 15% de los alumnos pueden generalizar los distintos esquemas formales a los diversos dominios físicos que se presentan en los experimentos, la gran mayoría de estos se encuentran en un nivel preformal, y un 20% se encuentran en la 2ª fase del nivel de operaciones concretas, lo que indica que los diseños experimentales y el control de variables deben venir dados como punto de partida de la experimentación, mientras que operaciones de ordenación de datos en tablas y gráficas, relación entre variables e inferencias inductivas se pueden presentar como actividades a realizar por el alumno.
b) La actividad experimental debe presentar un margen de permisividad tal que dé lugar a posibles equivocaciones, tanteos experimentales o rectificaciones en vista a resultados, con el fin de poner en juego los mecanismos de asimilación y acomodación.
   La mayoría de los manuales al uso son excesivamente directivos, ya que indican las observaciones que se deberán realizar así como la leyes y conclusiones que se comprobarán en el curso de la experimentación, esto impide al alumno descubrir por él mismo dicha relación, dando lugar a una inoperante y poca eficaz repetición mecánica de lo que indica el manual sin que se dé una verdadera toma de conciencia de lo que se está haciendo. Se podría considerar, en un intento de solucionar este problema, una experimentación poco directiva, sin más orientación que el planteamiento de un problema físico, de modo que, tomado como punto de partida, el alumno encuentre una solución utilizando distintos procesos experimentales, sin embargo, tampoco en este caso los resultados pueden considerarse satisfactorios, ya que el

alumno ante la falta de orientación se muestra bastante pasivo, situación comprensible si tenemos en cuenta que la solución de estos problemas exige la utilización de esquemas formales que, como hemos visto en el apartado anterior, el alumno no posee, por todo ello y en consonancia con las consideraciones psicopedagógicas antes indicadas, el camino más eficaz para desarrollar una serie de actividades experimentales será aquel donde se dé una orientación mínima pero suficiente como para que el alumno vaya construyendo progresivamente, y por él mismo, las conclusiones previstas, procurando que dicha orientación no aporte información que pueda estar contenida en las conclusiones, con el fin de que el alumno ponga juego los mecanismos de asimilación y acomodación (la confirmación experimental del grado de eficacia de los métodos de trabajo citados fue objeto de un trabajo de investigación aprobado como tesina en la Facultad de Ciencias de Granada el 20 de Junio de 1984).

CREACION DE UN MODELO DIDACTICO

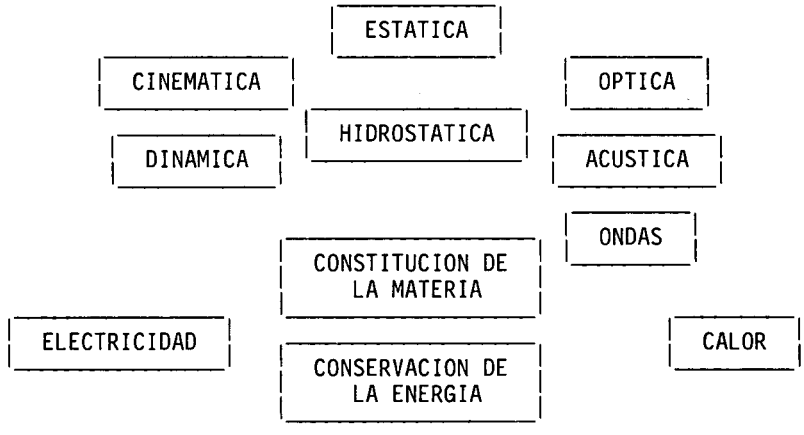
Si bien la experimentación es importante, no todos los contenidos de la Física de Magisterio tienen que ser desarrollados de este modo, bien porque la naturaleza formal de algunos contenidos no se prestan a ello, bien porque un desarrollo experimental supone un material o un tiempo que no se tiene. Sí serán objeto de tratamiento experimental, teniendo en cuenta que van dirigidos a futuros alumnos, aquellos contenidos correlativos a los que se imparten en la Física de E.G.B. que presenten facilidad para ser adquiridos experimentalmente con un material no demasiado costoso, de este modo, estamos induciendo en el alumno un modelo didáctico de trabajo que podrá transferir a los niños de E.G.B. en un futuro, con más facilidad que si éste es enseñado teóricamente y, al mismo tiempo, estamos dando ese carácter específico que la Física de Magisterio debe tener. La selección de estos contenidos será objeto del siguiente apartado del cuaderno.

La principal tarea que pretende este cuaderno es llevar a la práctica los planteamientos y consideraciones aquí expresadas, desarrollando la parte experimental del programa de Física, de forma tal, que cada cada unidad temática se iniciaría con los correspondientes contenidos experimentales del cuaderno para continuar con aquellos otros que requieran un proceso de formalización teórica, con lo que evitaríamos la actual desconexión entre teoría y práctica, tan perjudicial desde el punto de vista didáctico.

SELECCION DE CONTENIDOS

La necesidad de una correlación entre los contenidos que van a ser objeto de tratamiento experimental y aquellos que se imparten en Física de E.G.B., nos lleva a considerar como punto de partida los contenidos implicados en los objetivos de Física de la Reforma del Ciclo Superior, cuyo orden de presentación por temáticas es el siguiente: Intercambios energéticos, Calor, Electricidad, Optica y Estática. En nuestra opinión, habría que cambiar dicho orden y añadir algún contenido más, por las siguientes razones: la ontogénesis de los conceptos físicos deja entrever que los problemas de Ondas Calor y Electricidad son los que presentan una mayor dificultad, incluso para sujetos del nivel formal, que intentan dar explicaciones utilizando conceptos de carácter mecánico, extremo que se encuentra también en la filogénesis, ya que en los comienzos de estas ramas se utilizaron conceptos mecánicos tales como el "calórico" y los fluidos eléctricos "vitreo" y "resinoso", esto indica que sería aconsejable enseñar la Mecánica antes que el Calor y la Electricidad, y dentro de la primera, siguiendo la génesis de los conceptos físicos, habría que considerar en primer lugar los contenidos que involucren situaciones físicas estáticas que puedan ser evaluadas satisfactoriamente por su aspecto figurativo, como son Estática y Optica, y en menor medida Cinemática, posponiendo los restantes contenidos, Dinámica, Acústica, y Fluidos, donde intervienen variables como la fuerza, presión, inercia..., de carácter más estructural y donde las situaciones físicas son de naturaleza dinámica. Por otro lado, no aparecen objetivos sobre Cinemática, Fluidos, Dinámica y Ondas, lo cual creemos una equivocación ya que aportan los conceptos necesarios para abordar adecuadamente Calor y Electricidad.

Por todo ello proponemos en el siguiente organigrama el núcleo de contenidos a desarrollar experimentalmente en el cuaderno:



Llamaremos unidad de mínimo contenido (U.M.C.) a una parte específica de un contenido, que no necesita asociarse con otra u otras partes para ser objeto de estudio en una ficha de aprendizaje, de forma que a una U.M.C. le corresponde una ficha de aprendizaje.

Varias razones exigen que las U.M.C. que resulten de desglosar los contenidos deben incluir a las U.M.C. de E.G.B. En primer lugar, el nivel cognoscitivo del alumno de Magisterio permite considerar otras U.M.C. que, estando estrechamente ligadas a las de E.G.B., configurarían unidades temáticas con una coherencia interna mayor, p.e. una U.M.C. como la formalización matemática de los experimentos de Ampere y Faraday puede ser asimilada por el alumno

de Magisterio, no así por el de E.G.B. que sólo asimila aspectos parciales de dichos experimentos por lo que quedan desligados entre sí, en segundo lugar, en las U.M.C. correlativas a las de E.G.B., si bien tienen de común que parten de la experimentación, se debe exigir al alumnado más precisión, la utilización de procesos científicos más complejos y un grado de cuantificación mayor, de este modo, el alumno tomará una visión más general y profunda de las U.M.C.

A falta de otros criterios, el desglose de los contenidos en U.M.C. se ha realizado, considerando como punto de partida los de E.G.B. matizados y ampliados a través de un estudio filogenético, que presentamos resumido en el organigrama de la página 10, donde se presentan las distintas ramas de la Física según su orden de aparición histórica en el panorama científico.

Presentamos asociándoles una clave de identificación las U.M.C. en las que se ha dividido cada contenido:

-G- OPTICA

1.-G1- Leyes de la reflexión en superficies planas.
2.-G2- Leyes de la refracción en superficies planas.
3.-G3- Comportamiento óptico del prisma.
4.-G4- Comportamiento óptico de las lentes.

-S- ESTATICA

5.-S1- El equilibrio de fuerzas concurrentes.
6.-S2- La ley de la palanca. Tipos.
7.-S3- Ley de Hooke.

-H- HIDROSTATICA

8.-H1- Principio de Pascal.
9.-H2- Principio de Arquímedes.
10.-H3- Principio fundamental de la hidrostática.

-C- CINEMATICA

11.-C1- Concepto de velocidad. Movimiento uniforme.
12.-C2- Concepto de aceleración. M. U. A.
13.-C3- M. U. Retardado. Ecuaciones cinemáticas.

-D- DINAMICA

14.-D1- Concepto de inercia. El rozamiento.
15.-D2- Concepto de fuerza. Fuerzas de rozamiento.

-V- ONDAS MECANICAS

16.-V1- Concepto de las ondas mecánicas.
17.-V2- Características cuantitativas de las ondas.
18.-V3- Ondas sonoras.

-T- CALOR

19.-T1- Factores que intervienen en el equilibrio térmico.
20.-T2- Equivalente en agua del calorímetro
21.-T3- El calor específico.
22.-T4- Leyes de los cambios de estado.
23.-T5- La dilatación de sólidos, líquidos y gases.
24.-T6- El calor es una forma de energía.

-E- ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

25.-E1- Propiedades de los imanes.
26.-E2- Manifestaciones electrostáticas.
27.-E3- Ley de Ohm. Resistencia de conductores eléctricos.
28.-E4- La electrólisis.
29.-E5- Interacciones entre imanes y corriente eléctrica.
30.-E6- Inducción electromagnética.

ORDENACION Y ESTRUCTURA DEL CUADERNO

Las U.M.C. se han agrupado en unidades experimentales con el fin de dar un mayor grado coherencia y operatividad al trabajo experimental que llevará a cabo el alumno, así pues, un primer criterio de agrupamiento se basa en la interrelación conceptual de U.M.C., es decir, se consideran U.M.C. pertenecientes a una misma unidad experimental las que posean los mismos conceptos, o bien estos sean complementarios o estén subordinados; un segundo criterio complementa al anterior, considerando U.M.C. afines las que utilizan en la experimentación montajes similares con material común.

Según estos criterios, conceptual y experimental, las U.M.C. se agrupan en las siguientes unidades, presentadas por orden de aparición en el cuaderno:

UNIDAD EXPERIMENTAL I: OPTICA
UNIDAD EXPERIMENTAL II: CINEMATICA+DINAMICA+ESTATICA
UNIDAD EXPERIMENTAL III: HIDROSTATICA
UNIDAD EXPERIMENTAL IV: ONDAS MECANICAS
UNIDAD EXPERIMENTAL V: CALOR
UNIDAD EXPERIMENTAL VI: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

A la vez se ha procurado que el orden de presentación de las U.M.C. de cada unidad sea tal que los conceptos a desarrollar en una U.M.C. no sean necesarios para la U.M.C. que le precede y sirvan de base para el estudio de la U.M.C. posterior.

Como ya se dijo en su definición, cada U.M.C. es objeto de una ficha de aprendizaje a desarrollar a través del método de aprendizaje por descubrimiento, y el conjunto de fichas, junto a algunos anexos complementarios, constituyen el contenido del cuaderno.

Dentro de cada ficha el orden de las actividades a realizar viene determinado por las secuencias científicas del método inductivo: observaciones de un fenómeno físico provocado a través de un diseño experimental, recogida de datos y ordenación de estos en tablas, tratamiento de datos, generalmente mediante gráficas, búsqueda de relaciones significativas entre variables e inferencias inductivas.

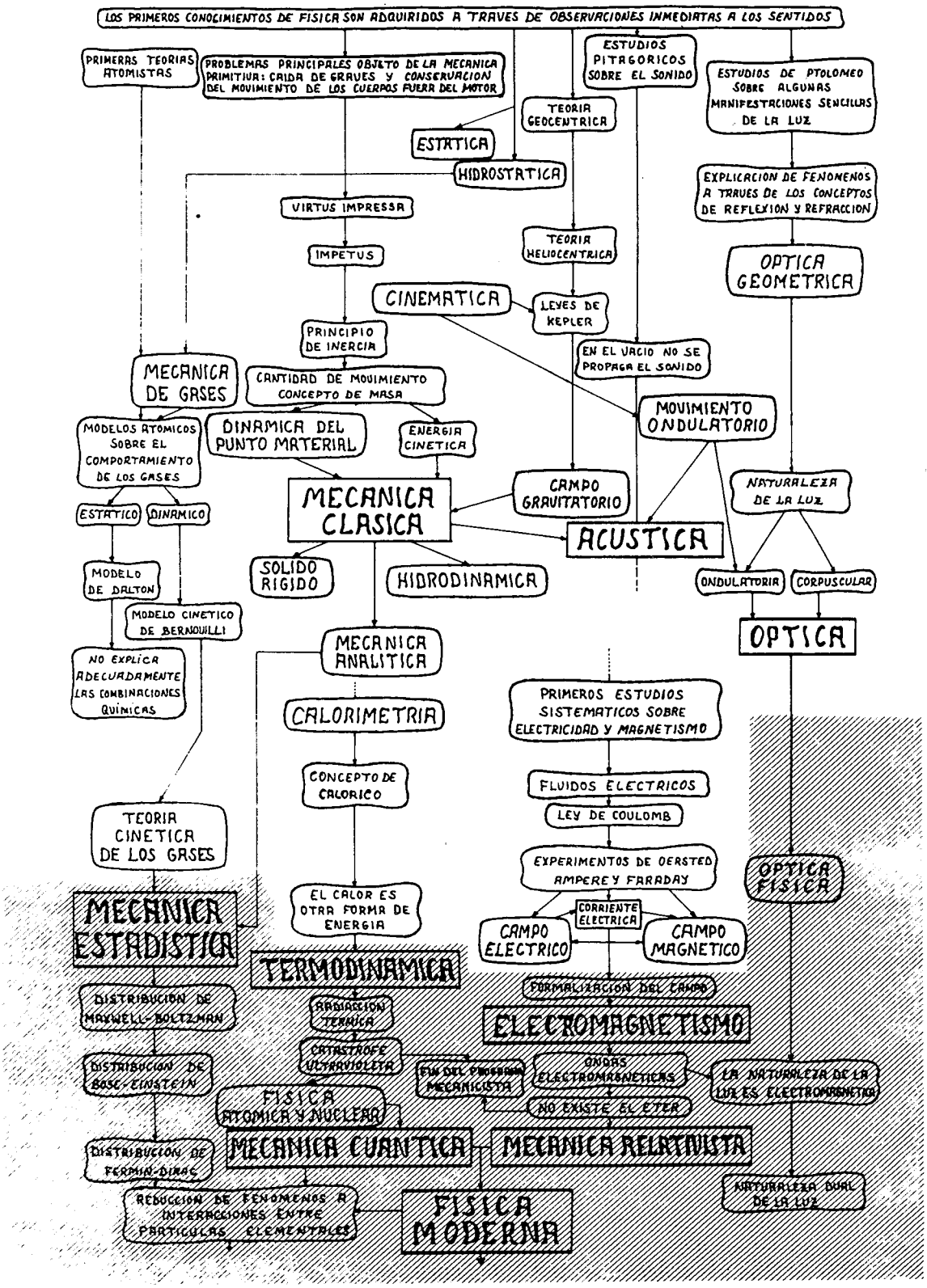
Cada ficha está constituida por tres bloques bien diferenciados que poseen funciones específicas:

a) El primer bloque contiene la información necesaria para iniciar la experimentación, que se ofrece de dos modos diferentes: 1.- a través de una serie de **cuestiones de partida** que intentan motivar y situar al alumno dentro del contexto por el que se quiere dirigir la experimentación, dichas cuestiones son las que, de algún modo, tendrán que responder ellos mismos siguiendo las orientaciones de la ficha, 2.- dando las indicaciones necesarias sobre la disposición espacial -**montaje**- que debe tomar el material que servirá para provocar un fenómeno físico bajo ciertas condiciones controladas, con el fin de poner en juego ciertas variables, mientras otras se procuran que permanezcan constantes mientras dure el fenómeno.
b) En el segundo bloque se dan las orientaciones e instrucciones precisas para ir desarrollando la parte de la experimentación donde con mayor intensidad se pone en juego la operatoria mental del alumno, ya que es la parte de la ficha donde se aplican las técnicas de aprendizaje por descubrimiento, de modo que a cada cuestión le sigue un espacio en blanco donde el alumno debe elaborar, partiendo de los datos empíricos, algún tipo de respuesta. Existen dos tipos de actividades, las que están relacionadas con la **observación, manipulación y tratamiento de datos** y aquellas otras donde por diversos procedimientos de razonamiento que actúan sobre las proposiciones empíricas se llega a **conclusiones** que, a su vez, pueden ser transformadas en otras nuevas.
c) La ficha finaliza con un bloque destinado a cuestiones relativas a

las dificultades surgidas en el desarrollo de la experimentación y a las posibles medidas a tomar para resolverlas, con este apartado perseguimos dos objetivos, en primer lugar, dar un mayor alcance al proceso de toma de conciencia, lo que significa mayor asimilación, de lo realizado y concluido, puesta eficazmente en marcha, a lo largo de la experimentación, por el método de aprendizaje utilizado y, en segundo lugar, poner en juego los esquemas operatorios del alumno, de forma que el que se encuentre en operaciones concretas responderá, generalmente, con meras descripciones de las dificultades encontradas, mientras que las propuestas de soluciones hipotéticas seguidas con nuevos diseños experimentales para paliar las dificultades, serán reacciones propias del nivel formal.

Ya que en la mayoría de las fichas se utilizan sistemáticamente algunas técnicas de procesamiento de datos, se ha creído conveniente comenzar, antes de introducirnos en la fichas de U.M.C.,con dos fichas destinadas a la consecución de un buen dominio de dichas técnicas por parte del alumno.

ORGANIGRAMA FILOGENETICO DE LAS CIENCIAS FISICAS



LA MEDICION

CUESTIONES DE PARTIDA

¿Qué valor numérico es el más representativo de los obtenidos en una serie de medidas?.

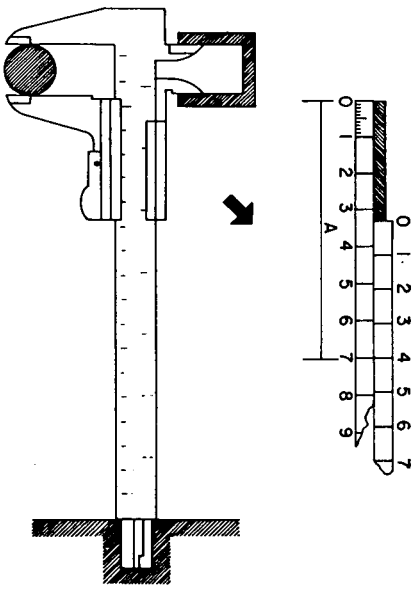
¿Es lo mismo medir el diámetro de un cilindro con un calibrador que con una regla?, ¿existen diferencias importantes?.

¿Es suficiente con expresar el resultado de una medición mediante su valor numérico más representativo?.

MATERIAL

Un calibrador, una regla y cualquier cuerpo cilíndrico con una altura unas 3 veces mayor que el diámetro de la base.

Así como la regla tiene un manejo sencillo y puede apreciarse visualmente que la división más pequeña es 0.1cm, lo cual al ser el valor mínimo que puede apreciar se le llama -error instrumental-, el calibrador es un instrumento más complicado ya que consta de una reglilla que puede deslizarse apoyándose en otra mayor; la reglilla está graduada de forma que -n- divisiones por la distancia entre divisiones -d- es igual a -(n-1)- división de la regla grande por la distancia entre divisiones de ésta -D-, matemáticamente expresado sería:



$$n \times d = (n-1) \times D$$

El valor más pequeño que el calibrador puede apreciar -error instrumental- es, sabiendo que D=1cm:

$$E_{ins} = D - d = D - D(n-1)/n = 1/n$$

En el ejemplo de la figura ampliada el objeto (c) mide 3.40cm, ¿sabrías por qué?.

MONTAJE

Esta ficha no requiere montaje, se trata sólo de medir la altura (H) y el diámetro (D) del cilindro con la regla (r) y con el calibrador (c).

RECOGIDA DE DATOS

1.- Realiza 6 veces la medida de H y D tanto con la regla como con el calibrador y rellena las cuatro primeras columnas de la siguiente tabla:

Medida	H(r)	H(c)	D(r)	D(c)	E_a	E_r
1ª						
2ª						
3ª						
4ª						
5ª						
6ª						
X						
D						
$\hat{E}$						

TRATAMIENTO DE DATOS Y CONCLUSIONES

1.- ¿Cuáles son los posibles factores responsables del hecho que los valores numéricos de cada columna no sean todos iguales?:

2.- Los valores obtenidos por la regla son casi todos iguales, lo contrario de lo que pasa con el calibrador, ¿por qué?:

3.- ¿Podríamos realizar una serie de medidas sin variar las condiciones de forma que todos los valores salgan iguales?, ¿por qué?:

4.- Rellena la 5ª y 6ª columna de la tabla sabiendo que el error absoluto se define como $E_a = |X - X_i|$, siendo X la media aritmética de cada serie y Xi una medida cualquiera y el error relativo como $E_r = E_a/X$. En vista a los resultados, ¿Qué significado tendrían dichos errores?:

5.- ¿Cómo se podría demostrar que **X**, tomada como resultado de medida, es la mejor de éstas y por tanto la más representativa?:

6.- Sabiendo que el error instrumental está determinado por la sensibilidad del aparato y por su fiabilidad -la regla es menos sensible y más fiable-, y en vista a los resultados de la medición, define estos términos:

7.- **X** representa mejor a valores que se agrupen a su alrededor -véase valores H(r)- que a otros que se encuentren muy dispersos de **X** -D(c)-, por esto el resultado de una medida no se expresa sólo con **X** sino que $X = \mathbf{X}+E$, siendo E un índice que nos mide la dispersión de las medidas alrededor de **X** y se llama error de incertidumbre y puede calcularse del siguiente modo:

a) Se calcula la distancia entre el valor más pequeño y más grande de cada serie de medidas: $D = X_{\text{más grande}} - X_{\text{más pequeño}}$.
b) Si D es menor que el error instrumental consideramos que el instrumento comete mayor error que el observador -error sistemático- y $X = \mathbf{X}+E_{ins}$.
c) Si D es mayor se supone que el observador comete mayor error -error aleatorio-, y en este caso: $X = \mathbf{X}+D/4$; si el error relativo de una medida es mayor del 10% es aconsejable repetirla.

Calcula D y E en la tabla, y define el tipo de error que se ha cometido en cada serie de medidas y las causas que lo han producido:

8.- ¿Se comete el mismo el tipo de error con la regla que con el calibrador?, ¿están relacionados E y E_{ins}?:

GRAFICAS

CUESTIONES DE PARTIDA

¿Cómo hay que representar los datos numéricos en unos ejes ortogonales para visualizar satisfactoriamente ciertas regularidades?.

Si tenemos los datos numéricos de dos variables que suponemos están relacionadas por algún tipo de función, ¿cómo debemos tratar los datos gráficamente para descubrir de forma rigurosa dicha función?

No utilizaremos MONTAJE, ya que interesa utilizar datos preparados que posibiliten construir gráficas peculiares.

Supongamos que hemos realizado la experiencia de Hooke y hemos obtenido los siguientes datos:

P (g)	100	110	120	130	140	150	160
L(cm)	50.70	52.30	58.50	64	71	77.70	82.60

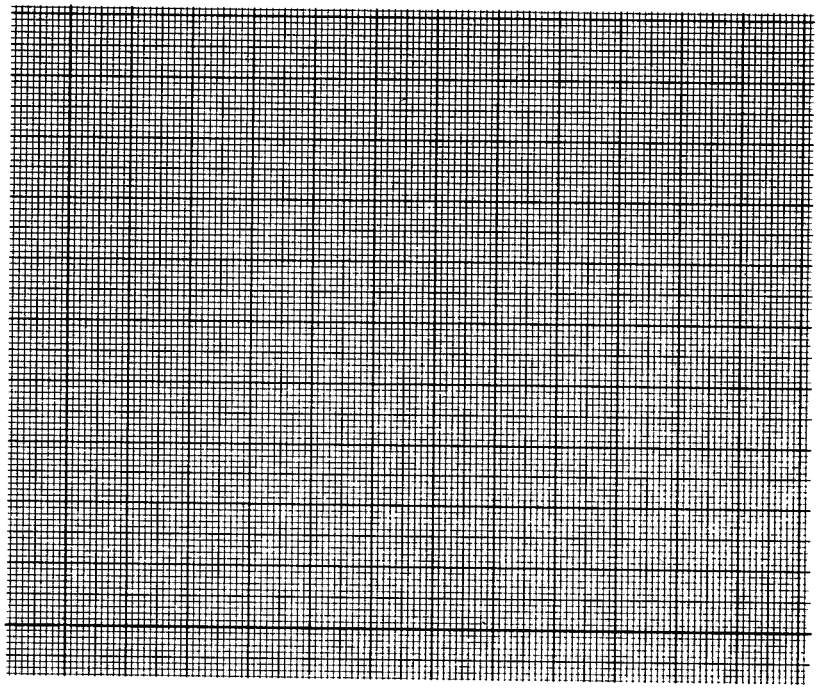
Queremos conocer el tipo de función que relaciona el peso -P- con la elongación -L- del muelle.

Vamos a delimitar algunas normas que nos interesa a la hora de representar gráficamente: llamamos variable a la magnitud física que toma durante un proceso un número ilimitado de valores, que será independiente si juega el papel de **x** en una expresión del tipo y = f(x), mientras que **y** es la variable dependiente, ya que toma valores en función de los que tome **x**. Tomamos como norma representar la **x** en el eje de abcisas y la **y** en el de ordenadas. Desde un punto de vista físico el papel de dependiente lo desempeñan, por lo general, las magnitudes-efecto como la aceleración -**a**-, la elongación -**l**-, la intensidad de un circuito -**i**-, etc; en fenómenos donde entra en juego el tiempo, se tomará éste como variable independiente y, en general, la variable que modificamos adecuadamente para ver qué repercusión tiene en otra se tomará como independiente.

TRATAMIENTO GRAFICO DE DATOS

1.- Representar gráficamente, en el espacio limitado por los ejes coordenados, los datos de la tabla con las siguientes condiciones: a) el origen lo tomaremos en (0,0), b) cada 10cm de L y cada 20g de P lo representamos gráficamente por 1cm.

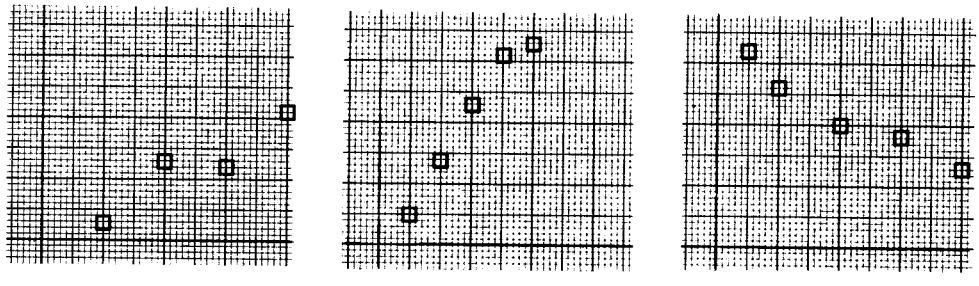
Después representa los mismos datos, utilizando los mismos ejes de la actividad anterior, tomando un origen y unas unidades tales que los puntos se distribuyan ocupando el mayor espacio posible del área limitada por los ejes (éste será el criterio que seguiremos en todas nuestras gráficas):



2.- La operación de sustituir los datos experimentales por una curva promedio, llamada ajuste, es muy importante y habrá que hacerla con mucho cuidado, ya que se pasa de unos cuantos puntos experimentales -entre 5 y 8- a una infinidad de puntos promedio que permitirán interpolar, extrapolar, relacionar cuantitativamente, etc.

En la práctica realizaremos el ajuste a través del método gráfico: la curva promedio está bien trazada si la suma de distancias de los puntos a la recta por un lado es igual a la suma por el otro lado.

Aplicamos dicho método a las distribuciones de puntos que presentamos a continuación:

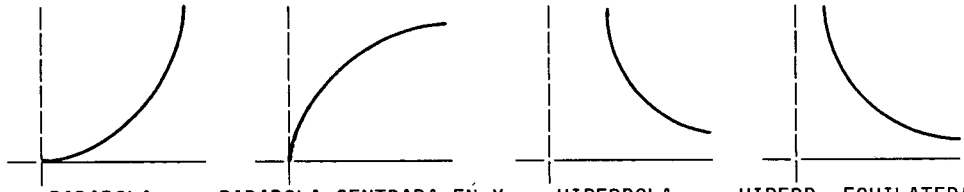


3.- Sabiendo que la ecuación de una recta es $y(x2-x1) = x(y2-y1)$, siendo $(x1,y1)$ y $(x2,y2)$ dos puntos de la recta y que la pendiente de la recta $a = y2-y1/x2-y2$, calcula la relación entre P y L (nota: uno de los errores más frecuentes es tomar dichos puntos entre dos de los experimentales más próximos a la recta; hemos de tener en cuenta que una vez que hemos realizado la sustitución de los valores experimentales, a efectos de

cálculos posteriores, lo único que cuenta es la curva promedio):

4.- Si los valores experimentales no están alineados según una recta procederemos del siguiente modo:

a) La hipotética curva debe estar entre una de las siguientes curvas-tipo:



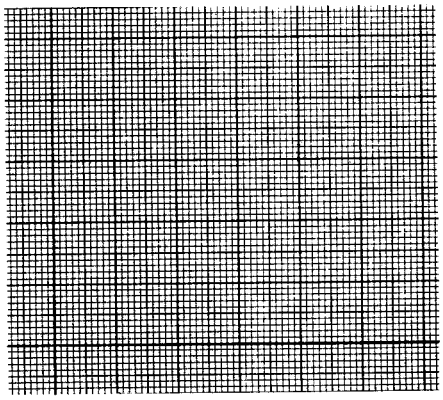
PARABOLA $y = ax^2$ | PARABOLA CENTRADA EN X $y = ax^{\frac{1}{2}}$ | HIPERBOLA $y = ax^{-2}$ | HIPERB. EQUILATERA $y = ax^{-1}$

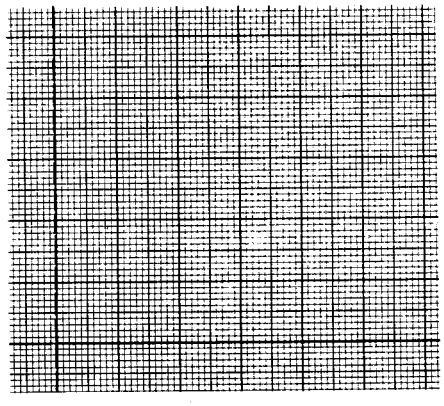
b) Según la disposición figurativa de los puntos experimentales representados, admitimos como hipótesis que una de las curvas anteriores es la que mejor se adapta a los datos experimentales, apoyándonos en la evidencia de la realización de un ajuste por el método gráfico.

c) Suponiendo que la función elegida es $y = ax^2$ entonces hacemos una tabla de valores (x,x^2) y la representamos gráficamente. Si los puntos se ajustan a una recta hemos acertado en nuestra hipótesis y procedemos como en el apartado 3, en caso contrario, deberemos de proponer otra hipótesis, comenzando de nuevo.

Aplicamos esta estrategia a la siguiente tabla de datos:

x	20.0	16.0	13.5	11.5	10.5	9.50
y	0.00	0.16	0.33	0.50	0.66	0.83





UNIDAD EXPERIMENTAL Nº 1
OPTICA

Las manifestaciones ópticas que a nivel geométrico aquí estudiamos, se analizan utilizando una terminología muy específica: rayo óptico, reflexión, refracción, descomposición de la luz, convergencia de rayos luminosos, foco de la lente, etc, que no tiene interrelación con los conceptos de otras partes de la Física, razón por la cual la Optica debe ser tratada como una unidad experimental. Además, las cuatro U.M.C. están estrechamente ligadas entre sí, ya que los conceptos de reflexión y de refracción están involucrados en todas las manifestaciones ópticas que se estudian.

Desde un punto de vista experimental, la Optica es la única unidad experimental donde se utiliza un solo montaje para las cuatro U.M.C., diferenciándose entre ellos sólo en el objeto transparente que se utiliza para analizar las desviaciones del rayo luminoso que es sucesivamente una lente semicircular, dos prismas y una serie de lentes.

Este carácter unificado e independiente de la Optica, tanto conceptual como experimentalmente, y la sencillez de las nociones tanto físicas como geométricas que se utilizan, nos sugiere que sea colocada como la primera unidad experimental del cuaderno.

CUESTIONES DE PARTIDA -G1-

¿Depende la reflexión de la superficie que la ha provocado?

¿Qué cambios se producen en el rayo de luz que sufre una reflexión?

Conociendo la intensidad del rayo reflejado, ¿podemos conocer el tipo de transparencia del cuerpo en que ha incidido el rayo?

CUESTIONES DE PARTIDA -G2-

¿Se pueden estudiar experimentalmente los fenómenos de reflexión y refracción con un solo cuerpo transparente?.

¿Cómo podríamos calcular el índice de refracción de un cuerpo transparente con sólo un rayo de luz y un porta-ángulos?.

La desviación de un rayo reflejado, ¿podría ser igual a la de un rayo refractado?, ¿en qué casos?.

CUESTIONES DE PARTIDA -G3-

¿Cuántas reflexiones se producen cuando un rayo de luz incide sobre la cara de un prisma?, ¿qué se producen más, reflexiones o refracciones?.

Si los prismas tienen distinto índice de refracción, ¿ se diferencian entre sí las bandas espectrales de colores que provocan?.

¿Se puede dar en el prisma el fenómeno de la reflexión total?.

CUESTIONES DE PARTIDA -G4-

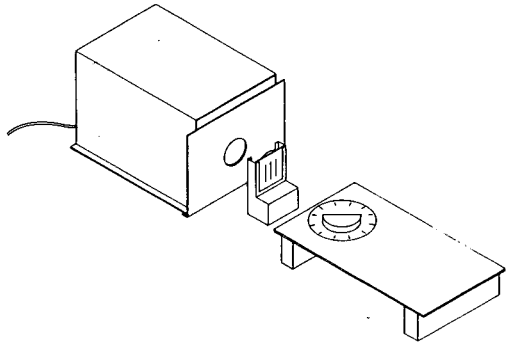
¿A qué fenómeno se debe el poder de algunas lentes de aumentar la imagen de los objetos?.

El foco de una lente, ¿está relacionado con su capacidad de aumento?.

¿Qué camino siguen los rayos al atravesar una lente?.

MONTAJE -G1, G2, G3, G4-

Colocamos, formando una caja negra, la bombilla y soporte, el chasis negro, la montura de lentes y una pantalla con rejilla; ésta creará un rayo de luz que incidirá sobre un objeto trasparente distinto en cada experimento. Dicho objeto se coloca sobre un tablero de óptica (véase dibujo). Un rayo delgado se consigue colocando el filamento de la bombilla en posición vertical y a una distancia de la rejilla lo más adecuada posible, operaciones que se realizarán por tanteos.



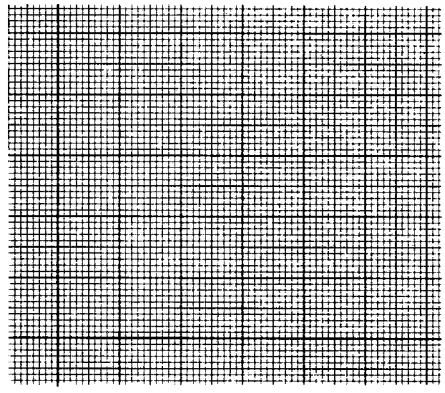
OBSERVACIONES, MANIPULACIONES Y TRATAMIENTO DE DATOS -G1-

1.- Coloca la lente semicircular en el centro del círculo graduado y dibuja sobre el esquema el rayo incidente, el reflejado y la normal -línea recta perpendicular a la superficie que separa los dos medios transparentes aire-cristal, trazada por el punto donde incide el rayo de luz-, así como el ángulo que forman el rayo incidente y la normal, llamado incidente **-i-** y el ángulo reflejado **-r-**.



2.- Rellena la tabla tomando pares de valores (i,r) desde 0º a 90º, repitiendo la operación 2 veces, procurando repetir los valores de i y hayando la media aritmética para los de r, después haz la gráfica:

i'	i"	i	r'	r"	r



3.- Observa la intensidad del rayo reflejado, girando la lente semicircular desde i=0º a i=90º, describe qué va pasando:

CONCLUSIONES -G1-

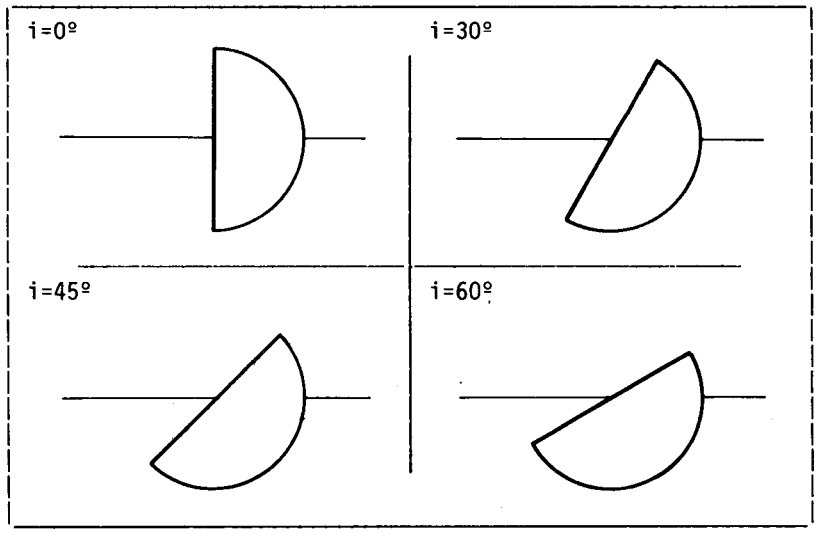
1.- ¿Qué relación existe entre **i** y **r**?

2.- ¿Qué ocurre con la intensidad del rayo que incide?

Pasa a la página 87

OBSERVACIONES, MANIPULACIONES Y TRATAMIENTO DE DATOS -G2-

1.- Identificar, mediante dibujo esquemático, el rayo incidente, el reflejado, el refractado, el ángulo reflejado -**i**-y el refractado -**r'**-, representando con el grueso del trazo la intensidad de los rayos, teniendo en cuenta la siguiente técnica: muy intenso= ≡≡≡, intenso= ═══, poco intenso= ═══ y débil= ———.



2.- Girando la lente semicircular de i=0º a i=80º rellena la tabla, realiza tres veces esta operación manteniendo fijos los valores de i y calculando en cada caso r' tomando después los valores medios.

i	r1	r2	r3	r'		

3.- Coloca en el soporte de lentes una rejilla de agujero central y, hallando la altura a la que se encuentra, calcula con la ayuda de una regla la altura de los rayos reflejado y refractado, ¿están a la misma altura?:

CONCLUSIONES -G2-

1.- ¿Para qué ángulos de incidencia se aprecian cambios importantes en la intensidad de los rayos refractado y reflejado?. ¿Por qué se dan estos cambios?:

2.- La relación entre **i** y **r'** no es lineal, ¿qué función relacionan a estos dos ángulos?. Calculando la pendiente de la recta encontrada propón una ley que nos permita obtener **r'** conociendo **i**. (Se sugiere utilizar la función seno):

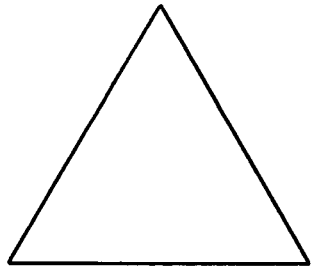
3.- ¿Existe algún experimento que pruebe que el rayo incidente, el reflejado y el refractado están en el mismo plano?:

4.- Sabiendo que el valor numérico del índice de refracción -**n**- coincide con la pendiente de la recta hallada, ¿qué significado físico podríamos darle?. Compara el valor que has obtenido con el de la tabla I, calculando el error relativo; si es mayor del 10% algo no se ha realizado correctamente.

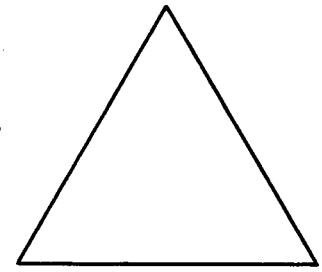
5.- ¿Qué condiciones deben de cumplir dos medios transparentes para que el rayo refractado esté más cerca de la normal que el incidente?:

Pasa a la página 87

1.- Sustituimos la lente semicircular por un prisma y lo orientamos respecto al rayo incidente según el esquema. En esta posición dibujamos la trayectoria de todos los rayos que se aprecien visiblemente, utilizando la siguiente técnica: colocamos el prisma encima de un folio y dibujamos su contorno, a continuación, trazamos los rayos por encima de la estela luminosa de éstos lo más fielmente posible, con esto tenemos datos suficientes para conocer **i** e **i'**. Completamos el dibujo trazando los rayos en la parte interior de la silueta del prisma, con el fin de comprender la trayectoria de los rayos exteriores. Esta operación se realiza para los prismas Flint y Crown:



Prisma Flint



Prisma Crown

2.- Rellena la siguiente tabla sabiendo que **d** es el ángulo que forma el rayo incidente y el rayo que sale descompuesto del prisma y se llama ángulo de desviación (parámetro sin duda significativo, ya que nos mide la capacidad refringente del prisma) y **A** el ángulo que forman dos lados contiguos del prisma que en nuestro caso vale 60º:

	i	i'	d	A
PRISMA FLINT				
PRISMA CROWN				

3.- Colocamos en la montura de lentes una pantalla con agujero central y a 1m de distancia de éste disponemos un folio a fin de que incida sobre él el rayo descompuesto. Identifica y dibuja los distintos colores:

PRISMA
FLINT

PRISMA
CROWN

CONCLUSIONES -G3-

1.- ¿Por qué se forman tantos rayos en el interior del prisma?:

2.- Encuentra una relación entre **d**, **i**, **i'** y **A** teniendo en cuenta algunas razones trigonométricas. Comprueba la fórmula con los datos numéricos de la tabla del apartado 2 de observaciones. Otra comprobación: el valor de **d** para el flint debe de ser mayor que para el crown:

3.- ¿Cuantas reflexiones y refracciones sufre el rayo de luz que sale del prisma descompuesto?

4.- La reflexión total se da cuando un rayo pasa de un medio de mayor índice de refracción a otro de menor, ¿podrías describir girando el prisma cuándo se produce este fenómeno?:

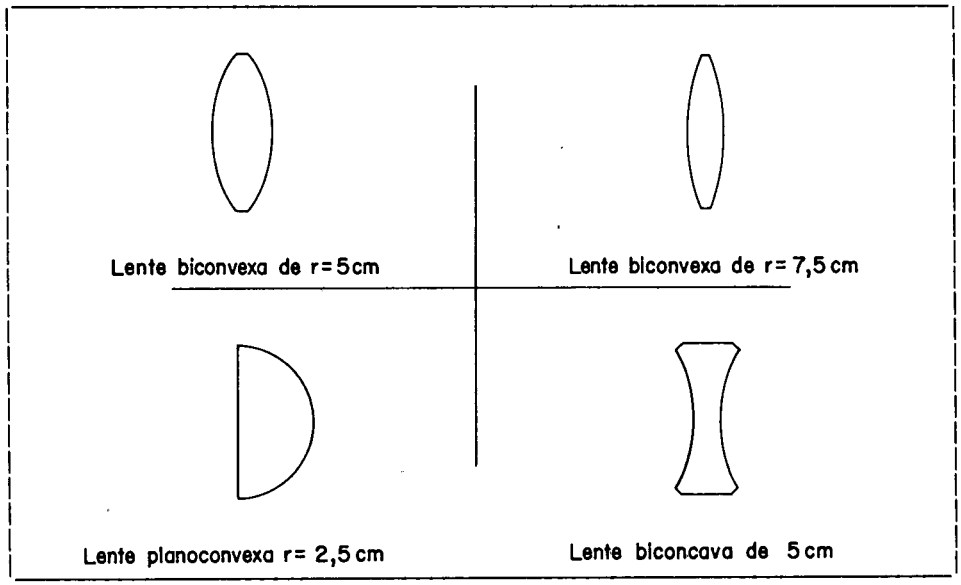
5.- El poder dispersivo de un prisma se determina por la capacidad de éste de separar entre sí los colores producidos por la descomposición de la luz blanca incidente. Señala qué prisma tiene mayor poder dispersivo:

6.- Hemos visto el distinto comportamiento óptico de los prismas flint y crown, señala cuáles son los aspectos más significativos por lo que estos dos prismas son diferentes:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -G4-

1.- Previa colocación en la montura de una lente circular biconvexa junto con una pantalla de tres rejillas, de modo que podamos disponer de tres rayos paralelos, y una vez que hayamos sustituído el prisma por una serie de lentes en el tablero óptico, dibuja sobre el contorno de cada una de las lentes la trayectoria de los rayos y determina la distancia entre el eje de la lente y el punto donde convergen los tres rayos, llamada distancia focal -f-:



2.- Coloca en la montura, además de lo que hay, una pantalla con una rejilla horizontal de modo que sólo salgan 3 puntos de luz que hacemos incidir en una cara de dos lentes, al otro lado colocamos una pantalla vertical a distancias de f, 2f, 3f y 4f, midiendo en cada caso la distancia de la imagen de los 3 puntos -d- (la distancia entre dos puntos contiguos de la rejilla es de 1cm), a la vez que le damos un grado de borrosidad -g- a estos con el siguiente criterio: nítido g=0 y borroso hasta confundirse dos puntos contiguos g=1, ordena los datos en la siguiente tabla:

	lente biconvexa 5				lente bicóncava 5			
D	f	2f	3f	4f	f	2f	3f	4f
d								
g								

CONCLUSIONES -G4-

1.- ¿Cuál es la diferencia más importante entre las lentes cóncavas y convexas?

2.- Define el foco de una lente de forma diferente a como se ha definido:

3.- ¿Qué relación existe entre el radio de la lente y su distancia focal?:

4.- ¿Cuál es el fundamento que explica el comportamiento de las lentes?:

5.- ¿Cómo podemos explicar el poder de las lentes de aumentar la imagen de los objetos?, ¿qué relación guarda el poder de aumentar con la distancia de la lente?:

6.- En vista a los resultados ¿qué podemos decir sobre la nitidez de la imagen creada por la lente?:

Pasa a la página 87

UNIDAD EXPERIMENTAL Nº 2
ESTATICA CINEMATICA DINAMICA

Esta unidad se ha ido configurando progresivamente en función de la ordenación de U.M.C. que los alumnos han realizado libremente en su quehacer en el laboratorio, con el único criterio de no desarrollar una U.M.C. cuyos conceptos fuesen necesarios para la anterior, o bien requería conceptos de una U.M.C. que aún no había sido objeto de experimentación.

Aunque se han intentado ligar todas las partes de la Mecánica, hasta ahora sólo se ha conseguido, formando unidad conceptual y experimental, para las siguientes U.M.C. que presentamos según su orden de experimentación: en primer lugar se estudiaría la **inercia** -M1- y, cualitativamente, el concepto de rozamiento que requieren sólo el desarrollo intuitivo de algunos experimentos galileanos. Se pasaría de un modo natural al análisis del **movimiento uniforme** -M2- y al concepto que lo define: la velocidad; un experimento que provoque un cambio de ésta nos lleva al **movimiento uniformemente acelerado** -M3-, generalizando al **decelerado** -M4- y, por tanto, a la aceleración, concepto que nos permite abordar con éxito el estudio cuantitativo de la **fuerza** -M5- y con ella un tipo singular: la fuerza de rozamiento, a continuación se generaliza la fórmula F=ma, estudiando la **composición de fuerzas concurrentes** -M6- y los efectos de estas: giros y momentos, **ley de la palanca** -M7- y deformaciones, **ley de Hooke** -M8-, para finalizar aplicando lo aprendido en M1, M3, M5, M6 y M7 en el estudio de la **fuerza-peso** -M9-.

A nivel experimental, todos los montajes requieren **objetos** (bolas, bloques, cilindros...) adecuados para ver su evolución espacio-temporal por interacciones directas o gravitatorias, por ello se utiliza de forma reiterada: a) **juego de pesas**, formado por unidades de pesas de 2.5g, 10g y 50g y un soporte de pesas con gancho; nos sevirá para modificar la intensidad de las interacciones, b) **estructura soporte** para disponer espacialmente objetos que requieren sujección y consta de 1 ó 2 pies másicos, varillas de acero, pinzas y tornillos de sujeción, y c) **transmisor de polea** para modificar la dirección de las fuerzas, consistente en tornillo, hilo con ganchos y polea.

CUESTIONES DE PARTIDA -M1-

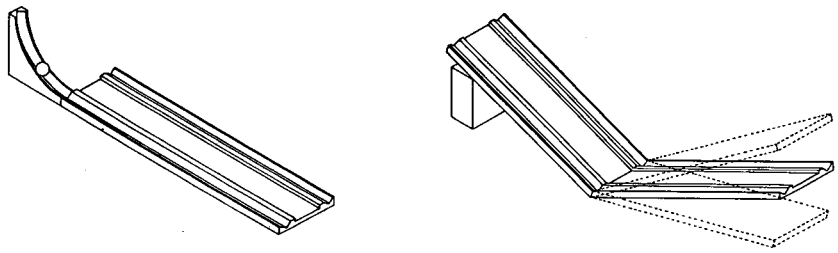
Si no hay nada que retenga a un cuerpo en su movimiento, ¿cuánto tiempo puede estar moviéndose a partir del momento en que se le empuja?

¿Es cierto que si un cuerpo se mueve es porque anteriormente algo lo ha empujado?

Dadas dos superficies, ¿cómo podemos saber cuál es la más rugosa con sólo una bola y un plano inclinado?

MONTAJE -M1-

Utilizaremos dos montajes, el E' consiste en un lanzador y un raíl para que pueda deslizarse la bola (véase fig.). Al raíl se le irá modificando su rugosidad cubriendo su superficie con distintos materiales.



El E" consiste en dos raíles contiguos, a uno de los cuales se va modificando su inclinación, mientras que el otro se mantiene a unos 15º y sirve para lanzar la bola siempre con el mismo impulso. Procuraremos lanzar siempre desde una altura tal que para la inclinación más pequeña del primero la bola no salga. Se evitan saltos de la bola si en la junta del lanzador con el raíl o entre raíles ponemos cinta adhesiva.

CUESTIONES DE PARTIDA -M2-

¿Cuál es el factor constante en un movimiento uniforme (M.U.)?

En un estudio experimental del M.U., la bola, además de ir animada con M.U., ¿qué otro factor debe mantener constante?

MONTAJE -M2-

Utilizaremos el montaje E' de M1, al cual habrá que hacer un pequeño añadido si queremos animar a la bola con un movimiento uniforme; será el alumno quien averigue lo que hay que alterar, realizando un dibujo. Sugerencia: a lo largo del raíl actua una leve fuerza de rozamiento que deberíamos de contrarrestar, ¿cómo?.

CUESTIONES DE PARTIDA -M3 y M4-

¿Existe algún parámetro que permanezca constante en el movimiento de una bola que cae por un plano inclinado?.

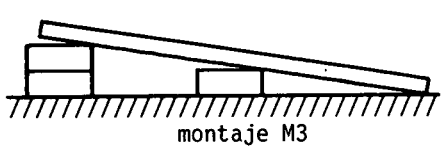
La velocidad cambia en un M.U.A., ¿según qué ley?.

¿Hay que modificar las fórmulas que rigen el M.U.A. para que nos sirvan también en el M.U.R.?.

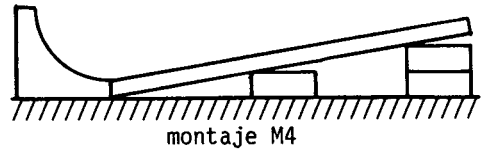
¿Qué término debemos añadir a las fórmulas obtenidas en el M.U.A. para que incluya movimientos con velocidad inicial?.

MONTAJE -M3 y M4-

Se utilizan dos raíles y un lanzador, que se disponen como indican las figuras. Es importante que los dos raíles tengan la misma inclinación



montaje M3



montaje M4

calzándolos adecuadamente con lanzadores y otros objetos adecuados.

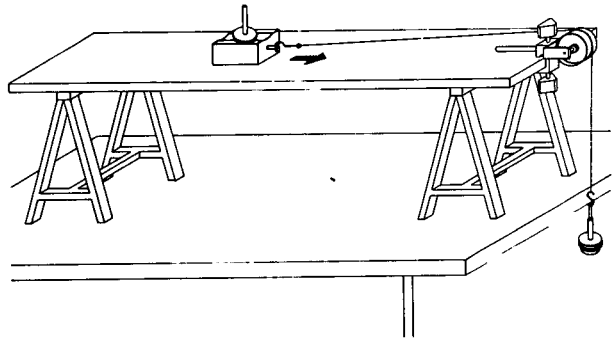
CUESTIONES DE PARTIDA -M5-

Al aplicar una fuerza cualquiera sobre un cuerpo, ¿qué tipo de movimiento produce?, ¿podría ser uno de los tipos de movimiento de los que hemos estudiado?.

El movimiento inercial es permanente, así como el creado por una fuerza que se aplica constantemente, ¿cuál será la diferencia?.

MONTAJE -M5-

Disponemos horizontalmente una tabla con la ayuda de un nivel, procuraremos que la rugosidad a lo largo de la superficie sea lo más homogénea posible, friccionando con tiza y con el mismo bloque que después utilizaremos para deslizarse con la ayuda de un transmisor de polea. Para modificar las tracciones que se ejercen sobre el bloque y el peso de éste utilizaremos un juego de pesas.



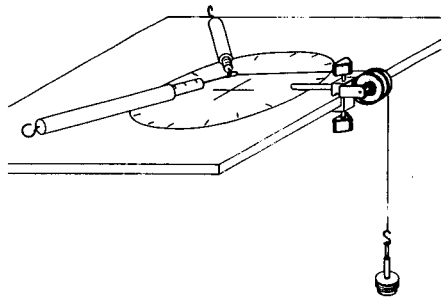
CUESTIONES DE PARTIDA -M6-

¿En qué medida el ángulo que forman dos fuerzas influye en el efecto que producen?

¿Cómo habrá que colocar dos fuerzas de 5ON cada una para contrarrestar una de 3ON?

MONTAJE -M6-

Dispondremos de un tablero, un círculo graduado, polea con hilo, juego de 10 pesas de 10g con portapesas y dos dinamómetros. Tras ajustar la polea al tablero distribuímos ésta y los dinamómetros según indica la figura. Se trata de ir modificando estos dos últimos con el fin de ir creando distintas situaciones de equilibrio, procurando en todas ellas desplazar el círculo graduado de modo que su centro coincida con el punto de concurrencia de las fuerzas actuantes, y así medir la orientación de éstas.



CUESTIONES DE PARTIDA -M7-

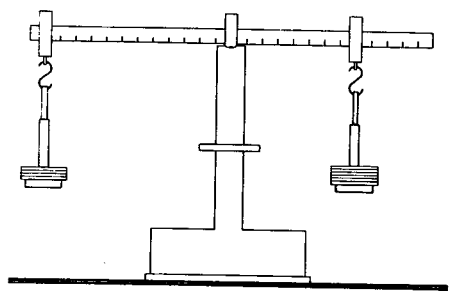
¿Podemos determinar con exactitud el efecto que tiene una fuerza al aplicarla sobre una palanca cualquiera?

¿Cuál es la función práctica de una palanca? ¿Aumenta la fuerza?

¿Tiene algo que ver una palanca con una balanza?

MONTAJE -M7-

Necesitamos una barra con agujeros equidistantes, un juego de pesas, un transmisor de polea, un dinamómetro, y una estructura soporte, disponiendo el material como indica la figura. Debemos de comprobar que cuando colgemos del dinamómetro pesos de 20g, 40g y 60g, éste indica sucesivamente valores idénticos. Al efecto de tirar del peso le llamaremos potencia -P- y al de sujetar del dinamómetro resistencia -R-, y al punto por donde sujetamos la barra para que pueda girar libremente, lo denominaremos punto de apoyo -A-. P, R y A son los factores que pondremos en juego.



CUESTIONES DE PARTIDA -M8-

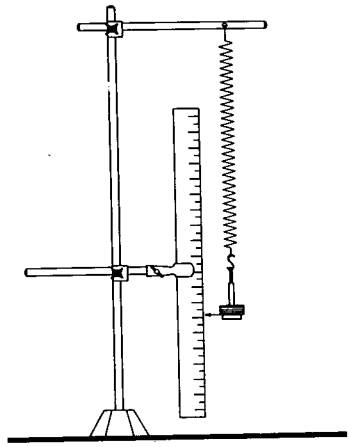
La fuerza que genera un cuerpo elástico tras sucesivos alargamientos, ¿es continua o es aleatoria? ¿se rige por algún tipo de ley?

¿Existe alguna característica del cuerpo elástico que lo defina como tal?

¿Cuál es el fundamento de un dinamómetro?

MONTAJE -M8-

Se requiere una estructura soporte donde se sujeta uno de los dos muelles por cuyo extremo inferior se cuelga el juego de pesas, colocando un peso inicial que no contabilizamos, pues sólo sirve para dejar el muelle bien estirado. Una regla fijada a la estructura soporte, a la mesa u otro objeto servirá para cuantificar las elongaciones del muelle al ir colgando pesos. Entre las pesas o entre las espiras del muelle sujetamos un trozo de cartón horizontal que va desde el muelle a la regla, a modo de indicador.



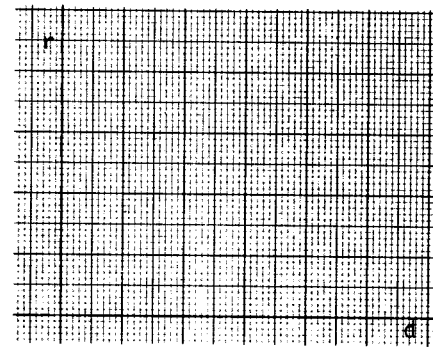
1.- Utilizamos 4 superficies: la del propio raíl de madera - M-M -, éste con una cinta adhesiva colocada en una pared - M-C -, con una tira de papel - M-P- y con cinta adhesiva en ambas paredes- C-C -. Asociamos a cada superficie el tiempo que tarda en atravesar el raíl una bola lanzada siempre desde una misma altura, tal que, para la superficie más rugosa atraviese la bola el raíl lo más lentamente posible.

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	tm	Ea	Er	r
M-M										
M-C										
M-P										
C-C										

La columna -r (factor de rugosidad)- se rellena haciendo corresponder al tiempo más bajo el índice 0.1 y a los demás tiempos le asociamos el índice mediante regla de tres.

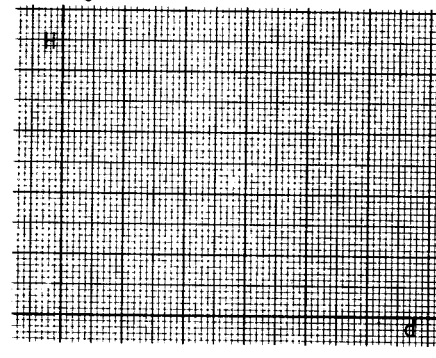
2.- Lanzando la bola desde la misma altura de modo que para la superficie más lisa la bola quede al otro extremo del raíl sin rebasarlo, hacemos la siguiente tabla y gráfica:

r	d1	d2	d3	d4	d5	dm	Er



3.- Montaje E". Medimos la distancia de la bola en el segundo raíl para distintas alturas del extremos más alto del raíl a la mesa -H-. Comenzamos por la altura del raíl más alta que será tal, que la bola no se salga del segundo raíl para su posición más baja:

H	d1	d2	d3	d4	d5	dm	Er



CONCLUSIONES -M1-

1.- En base a lo experimentado, ¿cómo podríamos definir el rozamiento?, ¿cuál es la causa de éste?:

2.- ¿Por qué sale una curva en la gráfica (d,H)?:

3.- ¿Qué tipo de movimiento se prevé para la bola cuando al extrapolar las gráficas hacemos r=0 en la primera y H=0 en la segunda?:

4.- Define la situación física que se daría tanto en E' cuando r=0 como en E" cuando H=0:

5.- ¿Puede existir movimiento sin la presencia de una fuerza que lo provoque?:

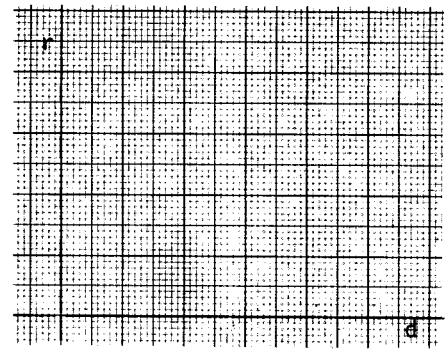
6.- Analiza críticamente el siguiente comentario histórico: en la época anterior a Galileo se pensaba que el motor imprimía al móvil una cierta virtud para moverse por sí mismo durante cierto tiempo al cabo del cual se paraba:

Pasa a la pagina 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M2-

1.- Calcula el tiempo que tarda la bola en recorrer 1/4, 2/4, 3/4 y 4/4 de la longitud del raíl, realiza dicha operación cinco veces y rellena la tabla y gráfica aplicando las técnicas sobre tratamiento de datos:

L	t1	t2	t3	t4	t5	tm	Er
1/4							
2/4							
3/4							
4/4							



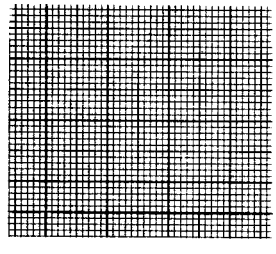
CONCLUSIONES -M2-

1.- Ateniéndonos a la línea que hemos obtenido en la gráfica, ¿qué relación cuantitativa existe entre el espacio recorrido y el tiempo empleado?

2.- ¿Qué concepto define mejor este movimiento? ¿por qué?

3.- Define la unidad del anterior concepto en el S.I.

4.- Realiza una nueva gráfica (x,t) siendo x el nuevo concepto, ¿qué representa el área comprendida entre el eje OX y el segmento obtenido?



Respuesta:

_____

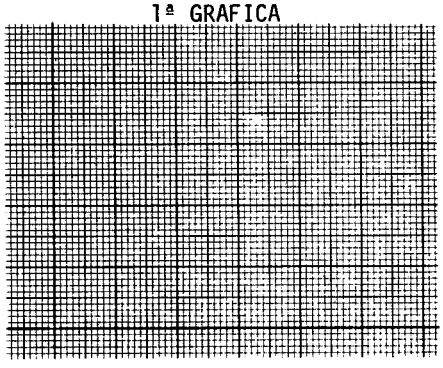
Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M3-

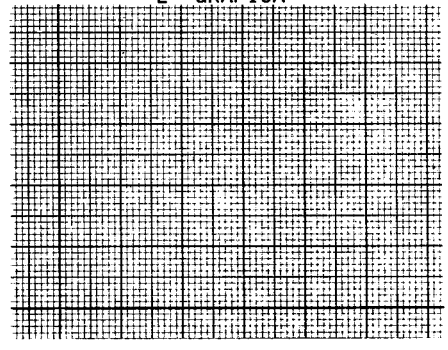
1.- Mide el tiempo seis veces para cada distancia que se indica en la tabla y con los valores medios realiza la primera gráfica:

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	tm	Er		
1/5L										
2/5L										
3/5L										
4/5L										
5/5L										

1ª GRAFICA



2ª GRAFICA

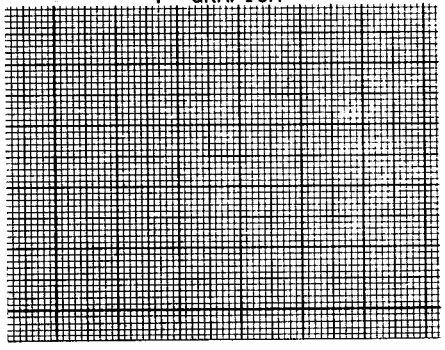


OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M4-

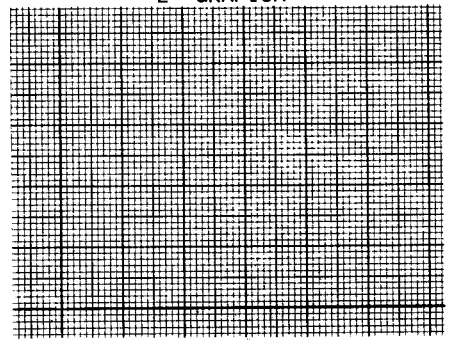
1.- Con los valores medios de la tabla hacer la primera gráfica:

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	tm	Er		
1/5L										
2/5L										
3/5L										
4/5L										
5/5L										

1ª GRAFICA



2ª GRAFICA

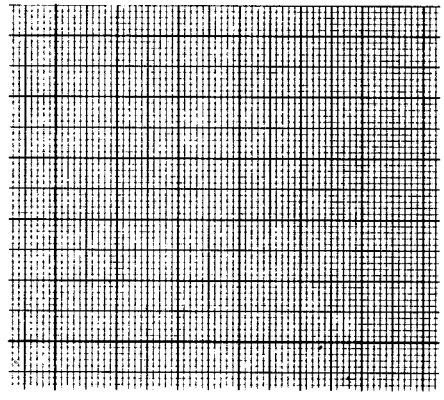


CONCLUSIONES -M3-

1.- Aplica las técnicas de gráficas para encontrar la relación cuantitativa existente entre el espacio -**e**- y el tiempo -**t**-, utilizando la parte de tabla sin rellenar y la segunda gráfica. Expón aquí los resultados obtenidos:

2.- La velocidad no se puede calcular por v=e/t pues no es constante, ya que en cada instante tenemos una velocidad distinta, esto se puede apreciar en la curva de la primera gráfica, ya que el segmento que une dos puntos de ésta representa la velocidad promedio, el único medio que hay para calcular una velocidad instantánea es a través de la recta tangente a un punto de la curva que coincide con la derivada de la curva al punto. Utiliza el procedimiento que te sea más sencillo y rellena la siguiente tabla y gráfica:

CALCULOS	v	t
	0	0



3.- Calcula **e** gráficamente sabiendo que la aceleración -**a**- es la pendiente de la recta de la gráfica anterior y es un valor que permanece constante en el M.U.A. Expresa **e** y **v** en función de **a** y **t**:

4.- Define la unidad de **a** en el S.I.:

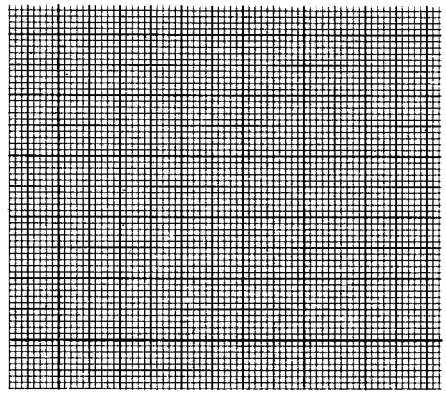
Pasa a la página 87

CONCLUSIONES -M4-

1.- Encuentra mediante método gráfico la relación entre **e** y **t** en un movimiento uniformemente retardado:

2.- Utilizando la misma técnica que la de M3 rellena tabla y gráfica:

CALCULOS	v	t
	0	0



3.- Mediante la gráfica (t,v) calcula v_0 -velocidad inicial del movimiento- y **a** y pon **e** en función de los dos parámetros anteriores:

4.- ¿Cuál es la diferencia cuantitativa entre el M.U.A. y el M.U.D.?

5.- A modo de resumen de nuestro estudio cinemático, rellena la siguiente tabla:

	M.U.	M.U.A.	M.U.D.
e=e(t)			
v=v(t)			
a=a(t)			

Pasa a la página 87

1.- Calcula el peso que hay que poner en B -P_o- para que el bloque, venciendo la fuerza de rozamiento, se mueva uniformente, repetir la operación para tres superficies del bloque:

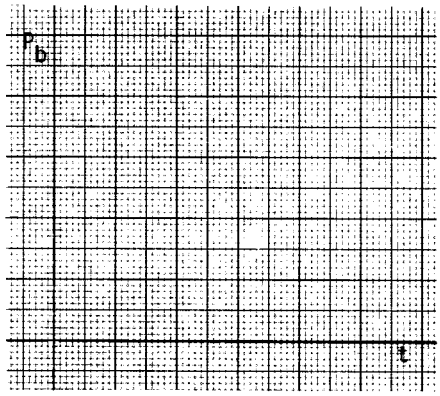
a) P_o para la cara inferior: _____

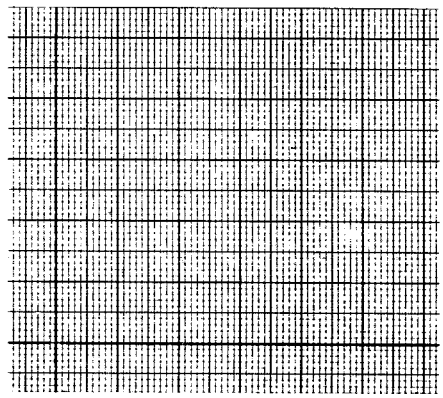
b) P_o para la cara lateral izquierda: _____

c) P_o para la cara lateral derecha: _____

2.- Partiendo de P_o continuamos colocando pesos en B para rellenar la siguiente tabla y con los datos haz una gráfica (t,P):

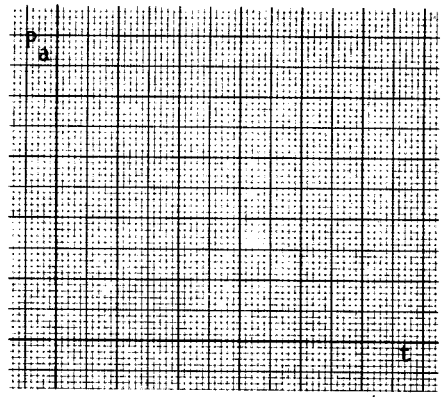
P_b	t1	t2	t3	t4	t5	t6	tm			
P_o+20										
P_o+25										
P_o+30										
P_o+35										
P_o+40										





3.- Manteniendo en el juego de pesas P_o +40g, vamos colocando pesas en el bloque y rellenamos la siguiente tabla y gráfica:

P_a	t1	t2	t3	t4	t5	tm	Er
10							
20							
30							
40							
50							



CONCLUSIONES -M5-

1.- Encuentra el tipo de función que relaciona los pesos de B con t:

2.- Encuentra el tipo de función que relaciona los pesos de A con t:

3.- ¿Podríamos combinar los dos resultados anteriores en la fórmula F=ma, siendo **m** la masa del bloque, y **a** la aceleración con que se mueve éste cuando le aplicamos una fuerza **F** debida a los pesos de B? Justifica tu respuesta:

4.- En el S.I. la unidad de fuerza es el Newton -**N**-, defínela:

5.- "Los pesos de B" de -1- actúan como una fuerza sobre el bloque, sin embargo a efectos de cálculo los hemos considerado como masa. Haz los cambios oportunos para que los cálculos estén bien hechos (sugerencia: la **a** de la gravedad vale **g**=9.8m/s^2)

6.- "Los pesos de A" de -2- actúan de masa del bloque que se resiste a ser movido -a más pesos en A más lento se mueve el bloque-. Si bien esto a efectos de cálculo es correcto, es evidente que hemos utilizado un lenguaje que se presta a error, ¿cómo podríamos llamar a los "pesos de A"? ¿y a los de B?

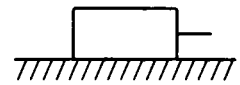
7.- A la masa de los "pesos de B" le llamamos **masa gravitatoria** y a la masa de los "pesos de A" le llamamos **masa de inercia.** Aunque numéricamente son idénticas, operativamente no lo son, ¿sabrías distinguirlas?

8.- Según los resultados obtenidos, ¿cuáles son los factores que determinan el cálculo de P_o?

9.- Realiza un diagrama de la fuerzas que actúan sobre el bloque cuando está animado con un M.U. y cuando está con un M.U.A.:



M.U.



M.U.A.

10.- Conociendo P_o, la masa del bloque -280g- y sabiendo que "las fuerzas de rozamiento son proporcionales a las fuerzas normales a la superficie por donde se desplaza el cuerpo", calcula dicha constante de proporcionalidad llamada coeficiente de rozamiento -**w**- para las tres caras puestas en juego del bloque:

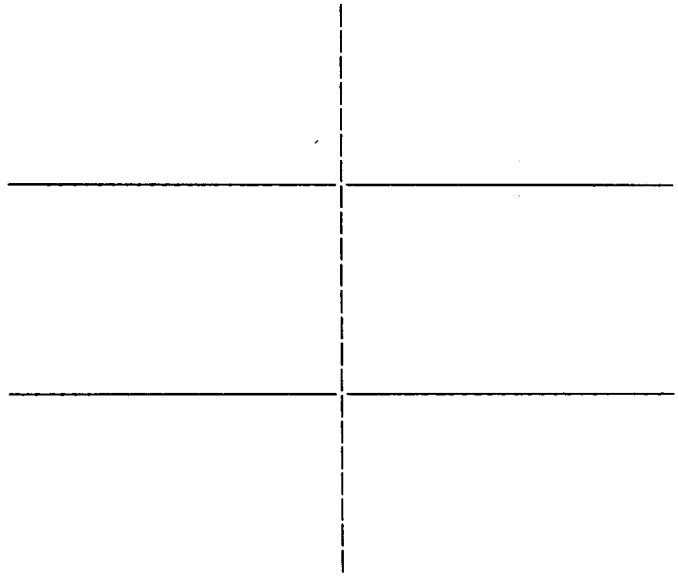
11.- Da una definición de fuerza de rozamiento:

12.- Haz una gráfica (a,F) y calcula la pendiente de la recta resultante, ¿por qué no nos da m tal y como prevé la fórmula F=ma? ¿tendrá algo que ver en el resultado el hecho que además de F existe una fuerza de rozamiento? ¿se deberá a que la recta no coincide con (0,0)?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M6-

1.- Dejando fija la dirección del hilo que sujeta las pesas, vamos a crear 6 situaciones de equilibrio. En las dos primeras se pondrán en juego ángulos sencillos como 45º, 90º, 0º ó 180º, en las dos siguientes se utilizarán, además de los anteriores, ángulos de 30º ó 60º y en las dos últimas ángulos cualesquiera, procurando que en cada par de situaciones los ángulos sean iguales modificando sólo la intensidad. Representa la intensidad de cada fuerza con un segmento proporcional a ésta y la dirección con el ángulo que forma el segmento con el hilo que sujeta las pesas:



CONCLUSIONES -M6-

1.- Tomando como (0,0) el punto de concurrencia de las fuerzas, dibuja en cada diagrama unos ejes de coordenadas haciendo coincidir un eje con el hilo que sujeta las pesas. ¿Qué sucede con las proyecciones de las fuerzas sobre los ejes?

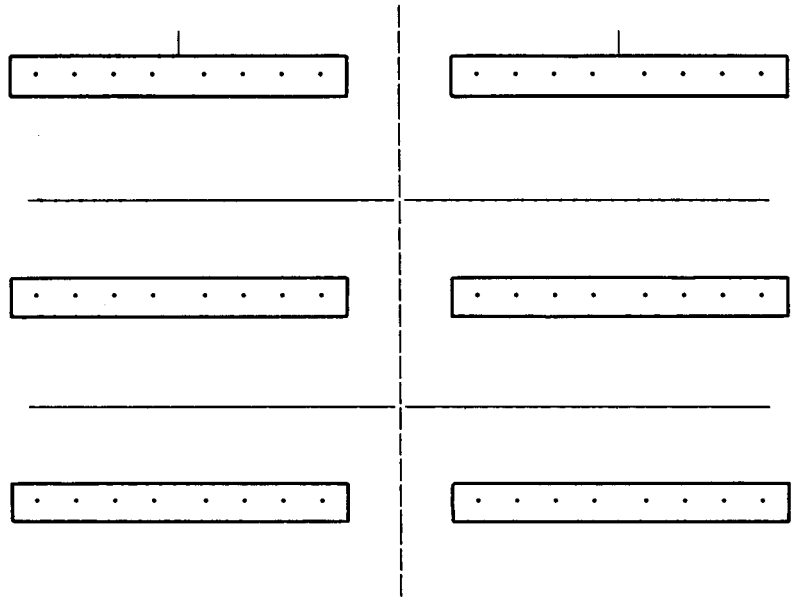
2.- Encuentra una regla general para los 6 diagramas, que nos permita prever cuál sería la resultante, dadas dos fuerzas concurrentes:

3.- ¿Podrías generalizar la fórmula F=ma a varias fuerzas?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M7-

1.- Vamos a permutar P, R y A para encontrar varias posiciones de equilibrio en la barra. Para cada una de éstas realizaremos un diagrama de fuerzas:



CONCLUSIONES -M7-

1.- De los seis diagramas distintos, ¿cuántas situaciones de equilibrio encuentras distintas entre sí?

2.- Sabiendo la fuerza-peso de P y donde se aplica, encuentra una ley general para los 6 diagramas, que nos permita prever la fuerza -R- que hay que aplicar en un punto conocido de la barra para contrarrestar P. Prueba que la ley que propones es correcta numéricamente.

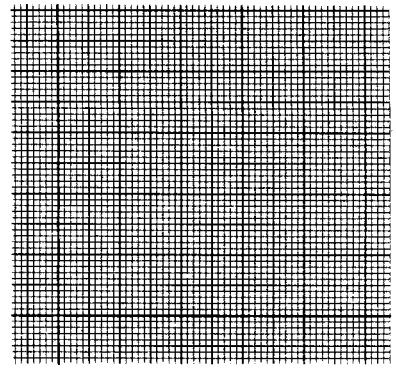
3.- Si no compensáramos con R, ¿qué efecto tendría P sobre la barra?

Pasa a la página 87

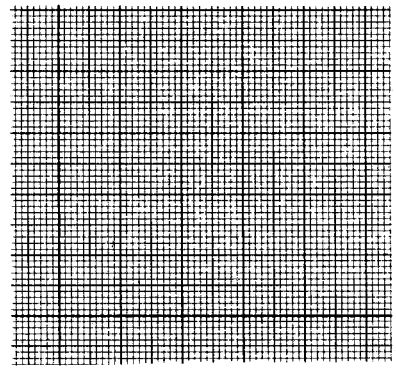
OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -M8-

1.- A medida que ponemos pesos -expresar en Newton- vamos registrando los sucesivos alargamientos del muelle -en metros-, procurando acomodar los incrementos de peso a la elasticidad del muelle.

	P	X1	X2	X3	X4	X5	Xm	Er
MUELLE 1								



	P	X1	X2	X3	X4	X5	Xm	Er
MUELLE 2								



CONCLUSIONES -M8-

1.- Analizando las gráficas, encuentra una relación cuantitativa entre la fuerza-peso -P- y la elongación -x- (vease tabla II):

2.- ¿Cuál es la diferencia más significativa entre las dos gráficas? ¿qué concepto intrínseco al muelle explica dicha diferencia? Define y calcula dicho concepto:

Pasa a la página 87

UNIDAD EXPERIMENTAL Nº 3
HIDROSTATICA

Desde un punto de vista filogenético, los conceptos más importantes de la hidrostática son elaborados tempranamente por Arquímedes y más tarde en el renacer de la Ciencia por Stevin, Torricelli, Pascal, Boyle y otros, por lo que, en virtud del paralelismo con la ontogénesis y de los resultados de algunos experimentos piagetianos sobre fluidos, la hidrostática debe estudiarse entre las primeras U.M.C.

La **presión** es el concepto que da continuidad a las tres U.M.C. que integran esta unidad experimental, este concepto será introducido a través del de fuerza, estudiado en la unidad anterior, cuando se ejerce en superficies y volúmenes.

Por eso se inicia su estudio con una U.M.C. que tiene por objeto introducir la presión como un concepto más adecuado que el de fuerza para explicar ciertos fenómenos donde se utiliza el líquido para transmitir una presión -**principio de Pascal**-, se sigue con el estudio de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se sumerge en un fluido -**principio de Arquímedes**- a partir del cual se obtiene el concepto de densidad -**d**- relevante en el estudio cuantitativo de la presión, objeto de la tercera U.M.C.

El hecho de que el elemento fundamental para todas las U.M.C. sea el agua, nos confirma esta unidad desde el punto de vista experimental; para poner en juego distintas densidades utilizaremos un procedimiento sencillo y económico: añadiendo sal al agua, esto junto a una serie de recipientes de distintas formas configuran el material básico que se utilizará en todos los experimentos.

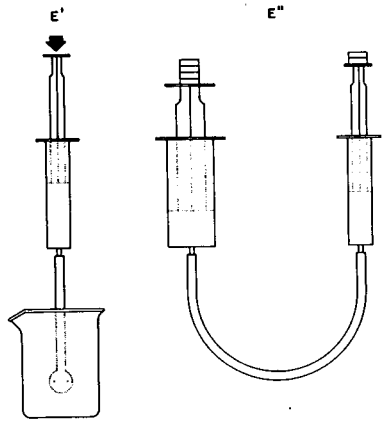
CUESTIONES DE PARTIDA -H1-

¿Cómo se transmite la presión en el seno de un líquido? ¿se parece a las transmisiones de fuerzas que hemos estudiado en sólidos?

¿Es cierto que la prensa hidráulica ahorra trabajo?

MONTAJE -H1-

Consiste en dos experimentos complementarios: el E' consiste en una jeringa conectada a un bulbo esférico en cuya superficie se han practicado agujeros del mismo diámetro y en dirección radial, llenándose el sistema con agua. El E" se consigue comunicando dos jeringuillas de la misma sección mediante un tubo, como indica la figura, después se llena a media altura de agua y por encima de este nivel se opera, como se indique posteriormente, con aceite que es un líquido no miscible en agua.



CUESTIONES DE PARTIDA -H2-

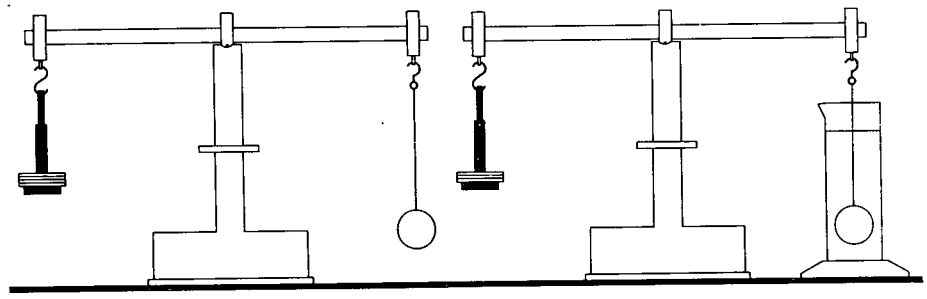
¿Podría ser el empuje de Arquímedes mayor que el peso de un cuerpo?

¿Se podría conocer la densidad de un cuerpo que flota en agua conociendo sólo la porción de éste que está sumergida?

Si llenamos una pelota de ping-pong con plomo y otra con plastilina y las introducimos en sendos recipientes, ¿cuál desalojará más cantidad de agua?

MONTAJE -H2-

Tomamos una balanza adecuada para sumergir cuerpos en el seno de un líquido y colgamos pendiendo en uno de sus brazos un cuerpo al que medimos



su peso, después se introduce en un líquido -agua- y nuevamente medimos lo que pesa, operación que se repetirá para todos los cuerpos elegidos y cambiando los factores más significativos.

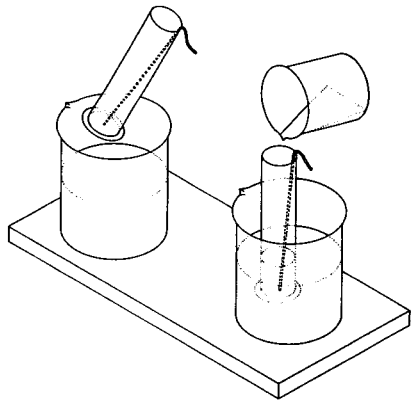
CUESTIONES DE PARTIDA -H3-

La presión que soporta un punto de un fluido, ¿se debe a todo el volumen de agua que hay por encima de él?

¿Puede conocer un bañista la profundidad de una piscina con la ayuda única de una probeta graduada?

MONTAJE -H3-

Llenamos un vaso de precipitados con agua e introducimos un tubo de vidrio sin fondo, que previamente hemos cerrado por el extremo inferior con un obturador, con el fin de que el agua no penetre en su interior. Cuando el tubo se encuentra a una determinada altura, sin modificar su posición, echamos agua por el extremo superior que está abierto hasta que observemos que el obturador se desprende del vidrio. Esta operación se repite para diversas alturas del recipiente, para vasos de distintas secciones y con diferentes densidades en los líquidos utilizados.

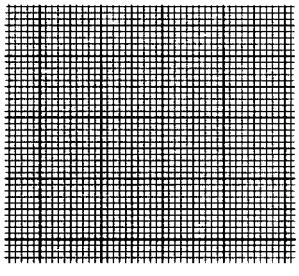
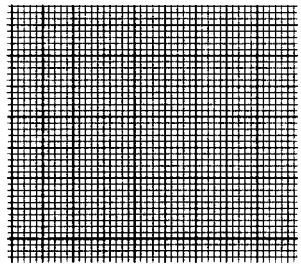
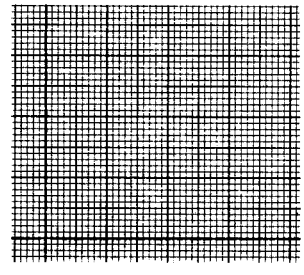


1.- (E'). Presiona el émbolo colocando el bulbo sobre una superficie donde los chorros no choquen con ningún obstáculo. Haz un dibujo de la trayectoria de los chorros de agua y mide su distancia. Repite la operación varia veces:

2.- (E'). Colocamos el bulbo en el interior de un vaso de plástico que está sustentado de tal manera que puede ser derribado por un pequeño soplido. Apretamos el émbolo para varias posiciones de la bulba: a) concéntrica al vaso y b) cerca de un punto de la pared, anotando lo que sucede:

3.- (E"). Echamos en la jeringa pequeña 1cc de aceite y medimos el volumen de aceite que hay que echar en la grande para que el nivel del agua vuelva a su posición original, repetimos la operación para otras cantidades de aceite y rellenamos la siguiente tabla (Fa=peso (expresado en N) del aceite que se echa en la jeringa pequeña, Fb=peso del aceite que se echa en la jeringa grande, Sa=sección de la jeringa pequeña, _____ , y Sb=sección de la grande, _____), y con los datos obtenidos confecciona las gráficas:

Fa / Fb					Fa/Sb / Fb/Sa				
Fa Sb / Fb Sa					Fa Sa / Fb Sb				

CONCLUSIONES -H1-

1.- Las trayectorias de el bulbo esférico y los efectos de los chorros sobre el vaso tienen una misma explicación, ¿cuál? (por ahora utiliza sólo el concepto de fuerza):

2.- Teniendo en cuenta que las gráficas dejan entrever diversos tipos de relaciones lineales, en particular las que son de identidad, interpreta el comportamiento de la prensa hidráulica, ¿aumenta la fuerza?:

3.- ¿Existe algún parecido entre la prensa hidráulica y las palancas ya estudiadas? ¿en qué se pueden parecer?

3.- Un concepto llamado presión presenta valores constantes en la prensa hidráulica. Sabiendo que es el único parámetro constante de los que entran en juego en la prensa hidráulica, defínelo y utilízalo para explicar nuevamente el fenómeno:

4.- Lo observado en E' y E", aunque no lo parece, está relacionado a través del concepto de presión, ¿cómo?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -H2-

1.- Describe lo que observas al introducir un cuerpo en el agua:

2.- Vamos a rellenar esta tabla con tres valores de cada cuerpo: su volumen -**V**-, medido a través del agua que desaloja, su peso -**P**-, medido con una balanza y la diferencia entre su peso y su "peso aparente" cuando está sumergido en agua -**E**-. Realiza cada medida varias veces y coloca en la tabla el valor promedio:

	V	P	E
Bola de plomo			
Bola de yeso			
Bola de plastilina			
Bola de hierro			
Cilindro de aluminio			

	V	P	E
Cilindro de hierro			
Cilindro de plomo			
Cilindro de cobre			
Bola plast. grande			
Bola plast. pequeña			

3.- Ordena los datos de las tablas en grupos, de modo que se ponga en juego en cada uno de estos una de las siguientes variable: volumen, peso y material:

4.- Toma cuatro de los cuerpos más significativos y calcula para cada uno de ellos el empuje -E-, cuando echamos en el agua porciones de sal de 30 en 30 gramos:

	CUERPO A	CUERPO B	CUERPO C	CUERPO D

CONCLUSIONES -H2-

1.- ¿Qué conclusiones se pueden sacar de la primera observación?

2.- En base a la tabla donde hemos ordenado los datos, ¿de qué factores depende E? ¿define E?

3.- Define cualitativamente la densidad sabiendo que ésta es diferente para cada uno de los cuerpos cilíndricos y conociendo los valores de la primera tabla:

4.- Sabiendo que la densidad del agua es de $1000 Kg/m^3$ y conociendo para una bola determinada su volumen y su empuje, calcular la constante de proporcionalidad entre E y los factores de los que depende:

5.- Calcula la densidad de algunos de los cuerpos utilizados y comprueba la exactitud de los cálculos en la tabla II:

Pasa a la página 87

ORDENACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS -H3-

1.- La operación de echar agua por el tubo hasta que el obturador se separa la realizaremos en circustancias diferentes: a) para diversas alturas, b) para dos recipientes de distinta sección, c) echando en el tubo agua con sucesivas porciones de sal. Los resultados los expresamos en la siguiente tabla:

	PARA DIFERENTES ALTURAS	PARA DIFERENTES SECCIONES	PARA DIFERENTES PORCIONES SAL
¿A QUE ALTURA SE DESPRENDE EL OBTURADOR?			

CONCLUSIONES -H3-

1.- Realiza un dibujo esquemático del tubo con las fuerzas que actúan sobre el obturador cuando éste está vacio y lleno, de modo que podamos entender lo observado:

2.- Explica esta paradoja: dos tubos de distinta sección metidos en agua con el extremos inferior al misma nivel, se desprende el obturador cuando el agua en los dos tubos ha alcanzado la misma altura, sin embargo, la fuerza-peso del tubo de sección mayor es superior. ¿Explicaría la presión el hecho sin paradojas?

3.- ¿De qué características del líquido depende la presión? En H1 definimos la presión en función de la fuerza-peso, aquí hemos visto de qué factores depende, iguala las dos presiones y saca consecuencias:

4.- Si dispones de un manómetro, comprueba los resultados anteriores:

Pasa a la página 87

UNIDAD EXPERIMENTAL Nº IV
ONDAS MECANICAS

Hasta ahora nos hemos centrado en el análisis de fenómenos físicos donde las interacciones entre objetos se producen por transmisiones inmediatas entre estos, es decir, las fuerzas se ejercen directamente de unos cuerpos a otros; bien es verdad que se ha estudiado la fuerza-peso, que es una consecuencia de una acción a distancia, pero esto se ha realizado de una forma operativa y práctica sin referencias a la causa de este tipo de fuerzas.

Esta unidad experimental se dedicará al estudio de las transmisiones mediatas, llamadas ondas, bajo los paradigmas de la Mecánica Clásica, es decir, considerando que dichas transmisiones se efectúan por un medio elástico, con lo cual excluimos el estudio de las ondas electromagnéticas y la concepción relativista de su propagación, ya que esto queda claramente fuera de los planteamiento iniciales de este cuaderno.

En un extenso estudio piagetiano sobre la ontogénesis de las transmisiones del movimiento (véase bibliografía), se pone de manifiesto que la comprensión de fenómenos donde se pone en juego transmisiones mediatas exije la utilización de esquemas formales, lo cual nos sugiere insertar esta unidad entre los conceptos mecánicos y los conceptos térmicos y eléctricos.

El carácter específico de esta unidad se pone de manifiesto, desde el punto de vista experimental, por la utilización en todos los montajes de materiales de más o menos elasticidad: agua, muelle, cuerda, aire, etc, así como de fuentes para crear un continuo movimiento vibratorio.

CUESTIONES DE PARTIDA -V1-

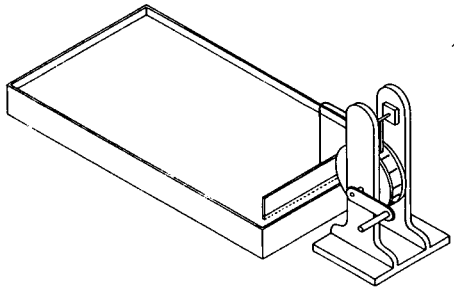
¿Qué se transmite cuando se produce una onda?

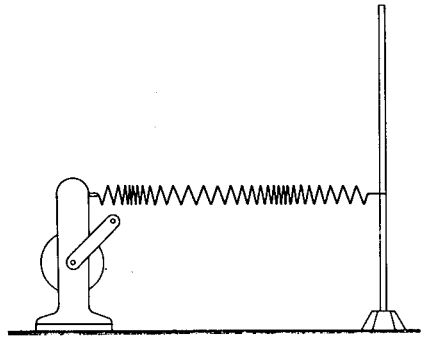
¿Cuáles son los elementos necesarios para que se pueda producir una onda?

¿Es la onda independiente de la fuente que la provoca?

MONTAJE -V1-

Realizaremos dos montajes, el E' que consiste en una cubeta de agua que se ilumina adecuadamente para poder apreciar con claridad las ondas, y un vibrador para producir perturbaciones sobre la superficie del agua.





El E" utiliza el vibrador aplicado en el extremo de un muelle y el otro extremo se fija a la estructura soporte como puede verse en la 2ª figura.

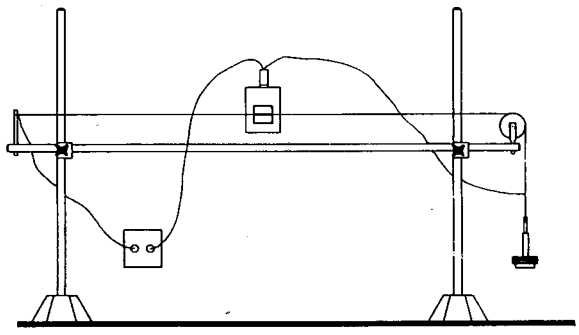
CUESTIONES DE PARTIDA -V2-

¿Es posible visualizar una onda a pesar que ésta es esencialmente un proceso dinámico?

¿Cuáles son las características cuantitativas que definen a una onda?

MONTAJE -V2-

Disponemos junto a la estructura soporte, que podemos apreciar en la figura, de un juego de pesas que sirve para tensar con diversos grados de intensidad una cuerda acerada que se extiende apoyada en el soporte, y paralelamente, se cierra un circuito formado por dicha cuerda, un electroimán y una fuente de 12v, utilizando para las conexiones unas pinzas de cocodrilo junto a una serie de cables eléctricos, conectando todo según el dibujo esquemático.



CUESTIONES DE PARTIDA -V3-

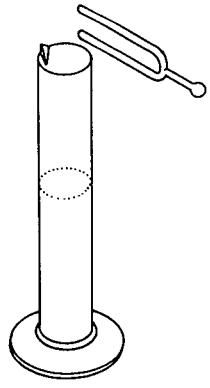
¿Sabrías distinguir en una onda sonora su fuente, el medio por donde se propaga y el medio receptor?

¿Cómo podemos mostrar en el laboratorio que el sonido es una onda?

¿Se puede calcular la velocidad del sonido con la ayuda de un diapasón y una probeta con agua?

MONTAJE -V3-

Utilizamos unos vasos comunicantes sujetos a una estructura soporte, de modo que uno de ellos pueda moverse verticalmente para darle cualquier altura que deseemos; aunque es más lento para operar, pueden sustituirse los vasos comunicantes por una probeta, con igual éxito. Finalmente, se hace uso de un diapasón que se coloca inmediatamente después de hacerle vibrar 2 ó 3 mm por encima del extremo superior del tubo que vamos a mover, esta operación se debe comenzar para un nivel de agua que se encuentre a la mitad de la altura del tubo que desplazaremos para variar dicho nivel.



OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -V1-

1.- Analizamos en primer lugar el forzador de oscilaciones: a) giramos la manivela una vuelta completa en un segundo aproximadamente, si se define frecuencia -**v**- como el número de oscilaciones o vibraciones por segundo, ¿cuál es la frecuencia del fleje?: _____, ¿y si diéramos 4 vueltas en un segundo?: _____, b) suponiendo que enganchamos al fleje un cuerpo elástico, ¿cada cuánto tiempo recibirá dicho cuerpo una sacudida, en los dos casos anteriores?: _____ _____; el tiempo que transcurre entre dos sacudidas se le llama periodo -**T**-, ¿qué relación guarda T y **v**?: _____ _____, si llamamos amplitud -**A**- a la distancia entre dos posiciones extremas del fleje, ¿en qué punto del fleje deberíamos fijar el muelle para que la amplitud sea máxima?: _____ _____.

2.- (E') Provoca con el vibrador una perturbación en el agua, ¿qué se observa?. Repite la operación para 2 y 3 perturbaciones:

3.- (E') Cuando se produce una perturbación continuada, ¿qué se observa en la superficie del agua? ¿y si aumentamos la frecuencia?

4.- (E') Coloca un trozo de corcho en el centro de la cubeta y describe el movimiento de éste:

5.- (E") Realiza varios dibujos del muelle para las siguientes situaciones: a) creando perturbaciones del tipo A y B, b) aumentando al doble la frecuencia, c) estirando más el muelle:

6.- ¿Qué diferencias más significativas encuentras entre los dibujos anteriores?

CONCLUSIONES -VI-

1.- ¿Cuáles son los factores necesarios para que se pueda producir la propagación de una perturbación?

2.- Si el vibrador consistiera en un fleje elástico, ¿que sucedería?

3.- Si el medio que ponemos en contacto con el fleje no fuese elástico, ¿qué situación física se daría al querer forzar el vibrador?

4.- ¿Existiría propagación si colocáramos el vibrador en una región del espacio vacío?

5.- Por lo observado, ¿distingues varios tipos de propagación?

6.- ¿Hay propagación de materia en alguno de los dos experimentos?

7.- El concepto de onda explica adecuadamente todas las manifestaciones observadas, intenta definirlo:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -V2-

1.- Coloca pesos sucesivamente y dibuja la cuerda para cuatro casos diferentes, expresando en cada caso la distancia entre puntos que no se mueven -nodos- y representando los puntos de máxima elongación -vientres-:

2.- Con los datos obtenidos realícese la siguiente tabla:

	P1	P2	P3	P4
Nº DE NODOS				
DISTANCIA ENTRE NODOS				

CONCLUSIONES -V2-

1.- Suponiendo que la cuerda vibra a una frecuencia de 50 ciclos/s, calcula la velocidad de propagación de la onda para los cuatros casos:

2.- ¿Qué relación guarda el número de nodos con el peso colocado en el soporte? ¿podrías dar una explicación de esta relación?

3.- ¿Existe alguna relación entre la distancia entre nodos y la distancia entre los puntos en los que se apoya la cuerda?

4.- A este tipo de ondas que están acotadas se les llaman ondas estacionarias, ¿sabrías definirlas?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -V3-

1.- Subiendo y bajando el tubo, coloca sucesivas veces el diapasón en el extremo superior hasta que consideremos que el sonido se "amplifica" al máximo, entonces medimos la distancia entre el nivel del agua y el extremo superior, repitiendo esta operación tres veces:

2.- Realiza la operación anterior con un tubo 4 veces más largo que el presente:

CONCLUSIONES -V3-

1.- Con los resultados obtenidos en V1 y V2, ¿podríamos explicar este fenómeno?

2.- Sabiendo que el diapasón vibra con una frecuencia de 440 ciclos/s y considerando las medidas hechas, ¿se podría calcular la velocidad de propagación del sonido?

3.- A modo creativo, busca una interpretación alternativa a este fenómeno que parezca tan lógica como la del apartado -1-:

Pasa a la pagina 87

UNIDAD EXPERIMENTAL Nº V
CALOR

En síntesis, las fichas desarrolladas hasta aquí han tenido por objeto fenómenos físicos donde las interacciones entre objetos o sistemas de objetos provocan un movimiento macroscópico de estos; existen otras que ponen en juego parámetros del sistema sin que por ello sufra una evolución espacio-temporal, como son las interacciones térmicas, las cuales serán el objeto de esta unidad experimental.

Bajo los paradigmas de la Mecánica Clásica, y desde un punto de vista macroscópico, algunos conceptos fundamentales como son fuerza, masa, peso, etc, no tienen razón de ser en el estudio de las interacciones térmicas dando paso a nuevos conceptos más adecuados como temperatura, dilatación, calor específico, etc.

Hemos dado a las U.M.C. un orden de presentación similar al de su aparición filogenética, entre otras razones, porque permite construir progresivamente los conceptos que van a ser utilizados en el desarrollo de la U.M.C. siguiente, sin necesidad de introducir "conceptos forzados" que aún no hayan sido vistos.

Se comienza con un estudio de los factores más significativos que intervienen en el equilibrio térmico para seguir centrándonos en uno de los factores nuevos de mayor interés: el calor específico, aunque antes se ha de estudiar cuantitativamente, por motivos de cálculos posteriores, el calorímetro; después se analizan dos fenómenos provocados por la interacción del calor con los cuerpos: los cambios de estado y las dilataciones, para terminar con el descubrimiento de que el calor es una nueva forma de energía.

La posición de esta unidad se ha justificado desde un punto de vista filogenético, ya que la calorimetría hace su aparición histórica a comienzos del siglo XVIII después de la Mecánica newtoniana, y ontogenético a través de los trabajos piagetianos donde se afirma, a modo de síntesis, que "las nociones de empuje o arrastre mecánico parecen más elementales que las de calor o de campo electromagnético, aunque en lo real las primeras no corresponden a mayor número de fenómenos..., ...ya que las explicaciones causales tienen su origen en la acción".

CUESTIONES DE PARTIDA -T1-

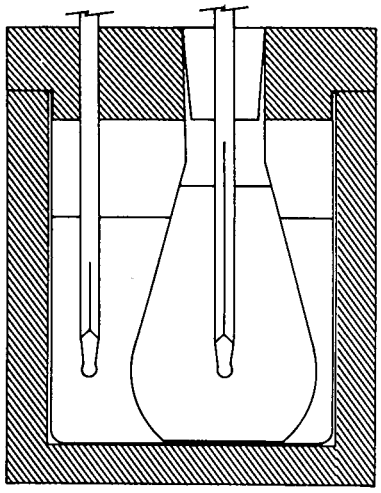
¿Qué variables se ponen en juego cuando interaccionan dos cuerpos que están a distinta temperatura?

Si en un recipiente de agua a 30º echamos agua a 40º, ¿cuál será la temperatura final?

¿Cuáles son las diferencias entre el calor y la temperatura?

MONTAJE -T1-

Echamos 100cc de agua en un calorímetro y calentamos ésta con una resistencia de inmersión a unos 36ºC; en el instante en que la temperatura baja a unos 35ºC introducimos el matraz con un termómetro y colocamos la tapadera del calorímetro con otro termómetro, quedando el conjunto como se indica en la figura. La cantidad y la temperatura de la masa acuosa que se echa en el matraz se especificará en su momento. El trabajar a temperaturas bajas (35ºC) tiene como fin agilizar cada experimento.



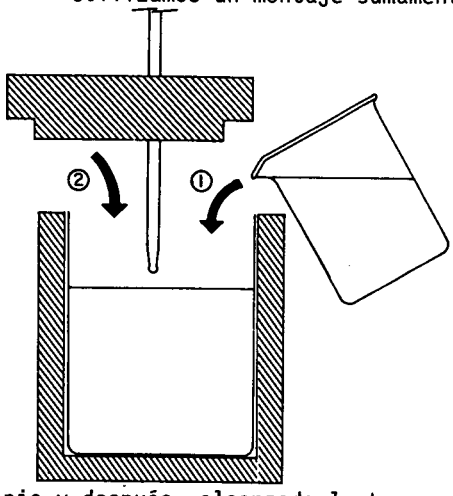
CUESTIONES DE PARTIDA -T2-

¿Por qué se utiliza continuamente el calorímetro cuando hay intercambios de calor?

¿Cuál es la cualidad más preciada del calorímetro?

MONTAJE -T2-

Utilizamos un montaje sumamente elemental: echamos 130cc de agua en el calorímetro a temperatura ambiente (T1), a continuación se echa 100cc de agua calentada en un tubo de ensayo a 100ºC (T2), se cierra el calorímetro rápidamente con el fin que no se disipe mucho calor (no es tan importante que el agua esté a 100ºC, es más conocer la temperatura en el momento en que se echa), movemos un poco el calorímetro para que se haga una buena mezcla y se comienza a tomar temperaturas, cada 5 ó 10 segundos al principio y después, alcanzada la temperatura máxima (T3), cada minuto.



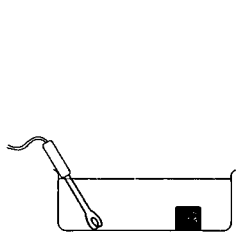
CUESTIONES DE PARTIDA -T3-

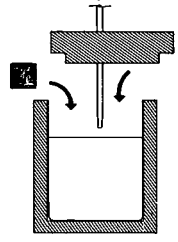
¿Con qué factores relacionados con la masa tiene que ver el calor específico de un cuerpo?

Dado dos cuerpos, ¿sabrías decir cuál tiene mayor calor específico con sólo una vela?

MONTAJE Y MANIPULACION -T3-

Tomamos 3 cuerpos cilíndricos de aluminio, hierro y cobre que tienen igual masa y un calorímetro en el que echamos 120cc de agua a temperatura ambiente (T2). Se procederá de la siguiente manera: a) calentamos al baño María un cuerpo a 100ºC, en un recipiente con agua calentada utilizando una resistencia de inmersión, b) introducimos rápidamente el cuerpo en el calorímetro que cerramos de inmediato, comenzando a tomar la temperatura.





CUESTIONES DE PARTIDA -T4-

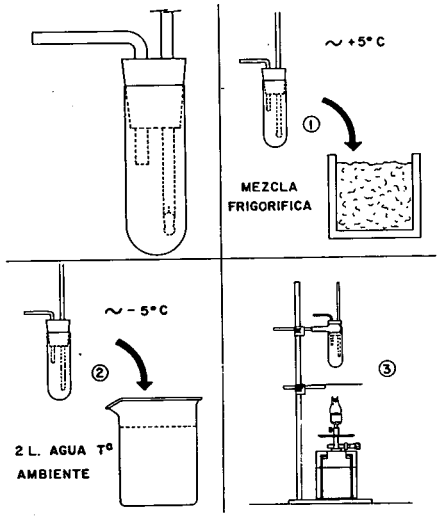
¿Sabrías realizar una gráfica (t,T) en un cambio de estado?

¿Qué es el calor de fusión?

¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de utilizar una vela para el estudio experimental de los cambios de estado?

MONTAJE Y MANIPULACION -T4-

Llenamos un tubo de ensayo con una mezcla de hielo picado y agua, cerrandolo seguidamente con un tapón bihoradado que contiene un tubo acodado y un termómetro, ajustado de tal modo que se pueda leer un rango de temperatura entre -10ºC y 5ºC a través del cristal del tubo, tal y como se indica en la figura; si es un termómetro con sonda no será necesario tomar estas medidas. Seguidamente lo introducimos en una mezcla frigorífica de hielo y sal, hasta que el termómetro tome una temperatura por debajo de 0ºC, a continuación se sumerge en agua a temperatura ambiente hasta que la temperatura ronde los 5ºC, finalmente se coloca el tubo en la estructura soporte para ser calentado hasta la temperatura de ebullición.



CUESTIONES DE PARTIDA -T5-

¿En qué consiste la dilatación de un cuerpo?

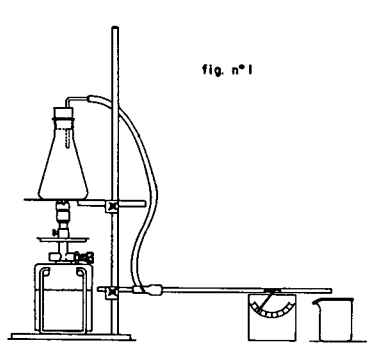
¿Qué se dilata más, los líquidos o los gases?

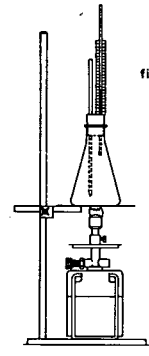
MONTAJE Y MANIPULACIÓN -T5-

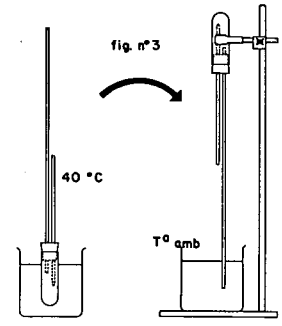
Consiste en tres experimentos, uno para cada estado de la materia:

E1: Calentamos unos 100cc de agua en el matraz hasta 100ºC; el vapor de agua pasará por el tubo recto conectado con el matraz por un tubo codado y un tubo de goma y caerá en el pequeño recipiente.

E2: Se cierra el matraz lleno de agua (procurar no dejar aire) con un tapón bihoradado que contiene un termómetro, y un tubo largo de vidrio al que se le ha fijado longitudinalmente una banda de papel milimetrado.







E3: Calentamos a 40ºC (T1) el aire de un tubo de ensayo mediano cerrado con tapón bihoradado con termómetro y tubo largo de vidrio al baño María, después se invierte sujetándolo con el soporte y se sumerge la parte inferior del tubo en un recipiente con agua.

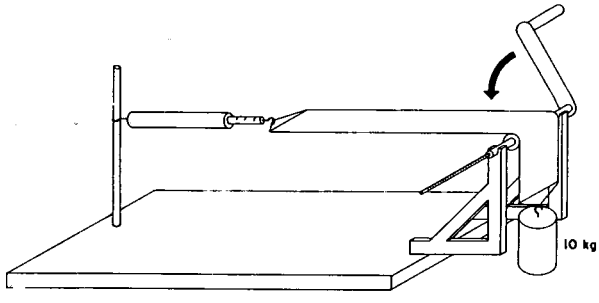
CUESTIONES DEL PARTIDA -T6-

¿Qué significa que el calor es una forma de energía y no un fluido?

¿Qué es más fácil comprobar en el laboratorio: que el calor produce trabajo o que el trabajo se puede convertir en calor?

MONTAJE -T6-

Se pasa la banda de rozamiento rodeando a un cilindro-calorímetro con manivela y termómetro, que está sujetada mediante el dinamómetro de 10N por un extremo, y por el otro se cuelga un peso de 10Kg; todo el sistema se fija a una estructura soporte.

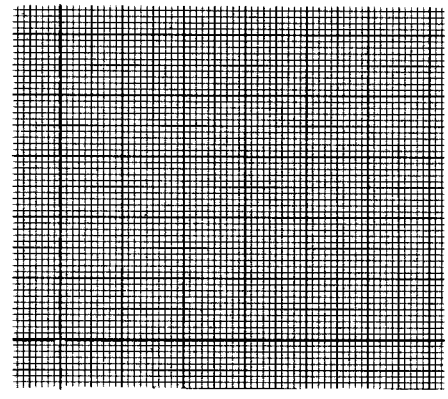


OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -T1-

1.- Realizaremos 3 experimentos donde la preocupación más importante es comenzar cada uno de ellos con idénticas temperaturas, concretamente para t=0, T1=35ºC y T2=temperatura ambiente (debemos enfriar el calorímetro con agua ya que en cada experimento se calienta un poco). Estaremos en cada experimento unos 8min, tomando temperaturas sin tener que esperar el equilibrio. Rellena las tablas y gráficas para las siguientes situaciones:

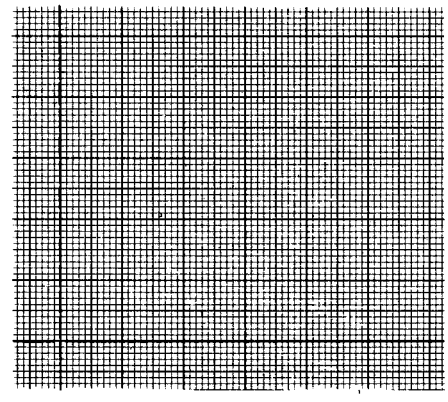
a) Echamos en el matraz 80cc de agua:

t	T1	T2			



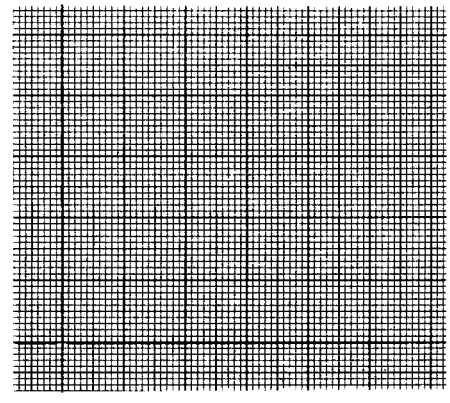
b) Echamos en el matraz 50cc de agua:

t	T1	T2			



c) Echamos 80cc de agua con 10g de sal en el matraz:

t	T1	T2			



CONCLUSIONES -T1-

1.- Extrapolando gráficamente, calcula numéricamente la temperatura única que llegarían a tener los dos cuerpos (temperatura de equilibrio):

EXPERIMENTO	a)	b)	c)
T. DE EQUILIBRIO			

2.- Si para t=0 la temperatura es siempre la misma, ¿qué factores son los que determinan las diferentes temperaturas de equilibrio?:

3.- Sabiendo que en el calorímetro se cumple que el calor cedido es igual al absorbido, calcula mediante regla de tres la temperatura de equilibrio de a), b) y c) y comprueba que se ha procedido correctamente, comparando el valor calculado con el hallado extrapolando gráficamente:

4.- En una primera aproximación, consideraremos que la causa que hace aumentar la temperatura es "algo" que pasa del agua del calorímetro al agua del matraz y que llamaremos calor -**Q**-. Elige entre las fórmulas que se proponen para calcular el calor que toma el cuerpo frío, la que resulte ser más coherente con los datos obtenidos (m es la masa de agua puesta en juego, c es un factor que depende de la naturaleza de la sustancia calentada y se llama calor específico, Ti es la temperatura inicial y Tf la temperatura final o de equilibrio):

Q=m(Tf-Ti)/c	Q=(Tf-Ti)/mc	Q=mc(Tf-Ti)	Q=mcTf

Justifica la fórmula elegida numéricamente y refuta de igual manera las que no hayas elegido:

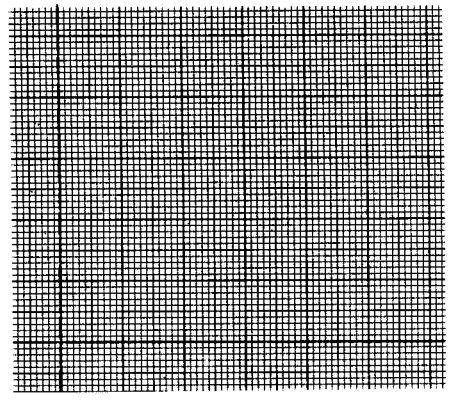
6.- Sabiendo que para subir de 14.5ºC a 15.5ºC la temperatura de 1g de agua cuyo c=1, necesitamos 1 caloría, calcula el calor cedido por el cuerpo caliente en los tres experimentos:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -T2-

1.- Anota las temperaturas como se ha indicado en el montaje y rellena la tabla y gráfica (t,T):

t	T		



CONCLUSIONES -T2-

1.- El calor que se pierde en las paredes del calorímetro, en el termómetro y en el agitador puede conocerse, sabiendo que en todos los términos relativos al calor absorbido de la ecuación: calor perdido por el cuerpo caliente = calor ganado por el cuerpo frio + calor absorbido por el calorímetro + calor disipado al exterior (término despreciable), aparece la expresión (Tf-Ti); si conocemos la masa de agua (**w**) que absorbería una cantidad de calor igual a la que es absorbida por el calorímetro, el tercer término del balance calorífico se puede calcular fácilmente por la fórmula Q=w(Tf-Ti). Calcula el equivalente en agua del calorímetro -w-:

2.- ¿Con qué fin calculamos w?

3.- ¿Qué función desempeña el calorímetro?

4.- En el cálculo de w, ¿qué cantidad de calor hemos despreciado? ¿el w real es mayor o menor que el calculado?

Pasa a la página 87

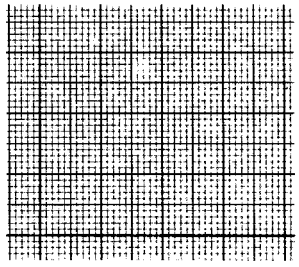
OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -T3-

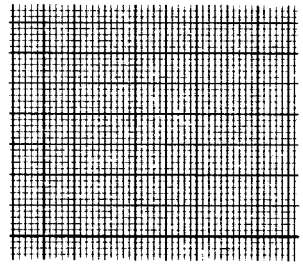
1.- Ordenar los datos en las tablas y confeccionar las gráficas:

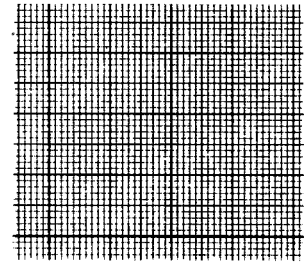
t											
T											

t											
T											

t											
T											







CONCLUSIONES -T3-

1.- Realiza un balance calorífico y calcula el calor específico para los tres cuerpos:

2.- Para subir 1ºC la temperatura del cuerpo que tiene mayor calor específico, ¿hay que darle más o menos calor? ¿calcúlalo?

3.- Observando una tabla de los elementos químicos, encuentra una relación entre el calor específico y otras características del elemento:

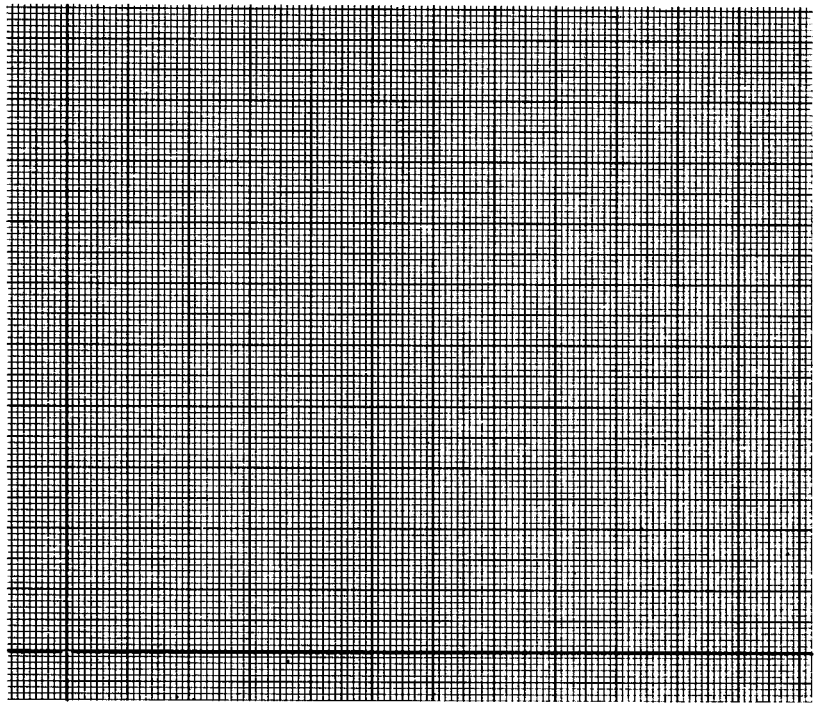
4.- Define el calor específico:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTOS DE DATOS -T4-

1.- Con los datos obtenidos en las dos primeras operaciones, rellena la tabla y construye la correspondiente gráfica:

t											
T											



2.- Con los datos de la tercera operación rellena la siguiente tabla y represéntalos gráficamente utilizando el espacio milimetrado anterior:

t											
T											

3.- Cuando finalices las tres operaciones, recuerda que debes anotar el volumen de agua que has utilizado:

VOLUMEN DE AGUA _____ cc

CONCLUSIONES -T4-

1.- Asimila los distintos tramos a segmentos rectos, ¿qué ocurre con la temperatura cuando se produce un cambio de estado?

2.- Numera cada uno de los tramos rectos y da una breve explicación de la causa que produce cada tramo:

3.- En vista a los datos obtenidos, establece nuevas diferencias entre el calor y la temperatura:

4.- ¿Qué razones hay para tomar 0ºC y 100ºC como puntos fijos para graduar los termómetros?

5.- Conociendo la temperatura final e inicial de cada tramo, calcula el calor que ha necesitado la masa de agua para realizar dicha evolución térmica:

6.- Conociendo la pendiente de la recta contigua-anterior a un tramo horizontal, calcula la temperatura a la que se habría llegado de no existir dicho tramo y a partir de ésta, calcula el calor que ha necesitado el agua para pasar de líquido a sólido. Calcula el calor de fusión del agua sabiendo que es el calor que necesita un gramo de un cuerpo para fundir (compara el resultado en la tabla V y calcula el Er):

Pasa a la página 87

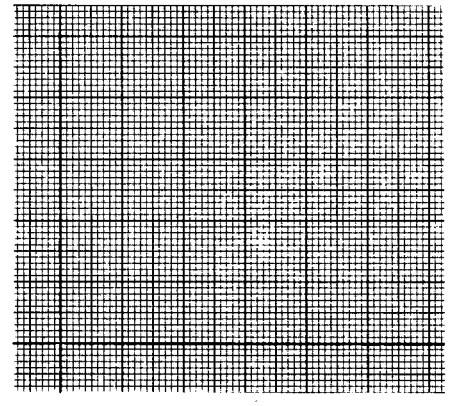
1.- (E1) Anota en la tabla el valor numérico, obtenido experimentalmente, de las siguientes variables: **Lo** es la longitud de la varilla a temperatura ambiente, **Al** el aumento que sufre la longitud de la varilla, **T1** es la tempertura ambiente, **T2** la temperatura a la que se calienta el cuerpo, **d** el diámetro de la aguja (0.75mm) y **x** el ángulo que gira la aguja:

Lo	Al	T1	T2

$$\frac{360}{3.14\ d} = \frac{x}{Al}$$

2.- (E2) Realizamos en primer lugar una tabla y gráfica (h,T), con el fin de obtener de la recta de ajuste dos pares de puntos (h1,T1) y (h2,T2) elegidos entre los más representativos de los datos experimentales, para poder rellenar con mayor precisión la segunda tabla, teniendo en cuenta que Av = h s, siendo -s- la sección del tubo con papel milimetrado, que mide generalmente 0.4 cm, y h = h2-h1:

h	T



Vo	Av	T1	T2

3.- (E3) Con los datos obtenidos rellena la siguiente tabla, teniendo en cuenta que T2 es la temperatura ambiente:

Vo	Av	T1	T2

CONCLUSIONES -T5-

1.- Sabiendo lo que se ha dilatado la barra de aluminio, y aplicando dos reglas de tres sucesivamente, calcula lo que dilataría la barra de 1cm de longitud al aumentarle 1ºC su temperatura (coeficiente de dilatación del aluminio). Compara el valor obtenido con el de la tabla V, si el error relativo -Er- es mayor del 10%, analiza las posibles causas de tanto error:

2.-Utilizando la misma estrategia que en -1-, calcula el coeficiente de dilatación cúbica del agua:

3.- Realiza lo mismo que en -1- y -2- para calcular el coeficiente de dilatación cúbica del aire:

4.- Compara los distintos coeficientes de dilatación entre sí. ¿Qué se puede concluir? ¿podrías relacionar este coeficiente con los que se encuentran en una tabla periódica de los elementos?

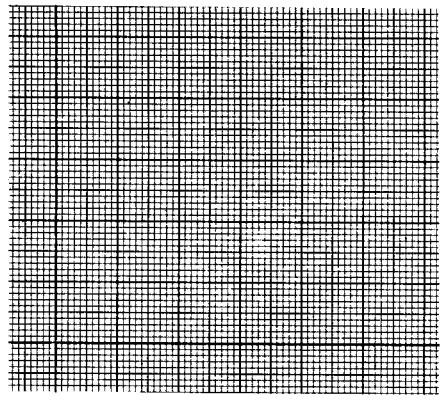
5.- Con los datos que se tienen, calcula el trabajo que se realiza al elevar el agua por el tubo en el experimento E3, ¿quién ha realizado dicho trabajo?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -T6-

1.- Ordena los datos obtenidos en la siguiente tabla y realiza una gráfica (t,T):

t	Nº DE VUELTAS	T



2.- Anota en cada operación lo que marca el dinamómetro y halla la media aritmética:

FUERZA DEL DINAMOMETRO _____ N

CONCLUSIONES -T6-

1.- ¿Cuál es la causa del aumento de temperatura en el calorímetro?, ¿se puede refutar la idea de que el calor es un fluido?

2.- Calcula el trabajo que se ha producido, conociendo el número total de vueltas dadas, lo que marca el dinamómetro, el diámetro del cilindro y el valor de la pesa:

3.- Calcula el calor producido, conociendo las temperaturas extremas, el calor específico del latón -0.092-, y el del vidrio -0.199- y la masa de estos:

4.- Al trabajo necesario para producir 1 cal. se le llama equivalente mecánico del calor, calcúlalo:

Pasa a la página 87

UNIDAD EXPERIMENTAL VI
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Esta última unidad se dedica al estudio de dos nuevas interacciones de acción a distancia como son la electricidad y el magnetismo. La otra fuerza estudiada que tiene cierta semejanza con éstas es la gravitatoria, sin embargo presentan diferencias claras, ya que son distintas propiedades de la materia las que en cada caso se ponen en juego: la masa para las gravitatorias, la carga para las eléctricas y la carga en movimiento para las magnéticas; éstas dos últimas se ejercen a distancias cortas con una intensidad muy débil si las comparamos con las gravitatorias. Si bien al comparar entre sí las interacciones eléctricas y magnéticas presentan diferencias figurativas de primera vista, un análisis más profundo deja entrever la existencia de una fuerte interrelación, por lo que se hace necesario estudiarlas juntas.

Esta unidad experimental se desarrolla como las demás, siguiendo un orden paralelo al dado en la filogénesis de la electricidad y el magnetismo, por ello se comienza con un estudio descriptivo de las propiedades magnéticas (siglos XII-XVI) para continuar con las manifestaciones eléctricas (siglo XVIII); las dos U.M.C. siguientes se dedican al estudio de las leyes que rigen las corrientes eléctricas, preámbulo necesario para abordar las dos últimas U.M.C. que tratan sobre la interrelación entre las dos interacciones.

En cuanto a los diseños experimentales, siguen una evolución paralela al desarrollo conceptual, así en las dos primeras U.M.C., donde se estudian independientemente la electricidad y el magnetismo, los montajes difieren entre sí, pero a partir del análisis del paso de corriente eléctrica por diversos conductores, todos los montajes son circuitos eléctricos donde se van modificando adecuadamente los elementos que los integran, aunque la fuente de alimentación y el galvanómetro mantienen su presencia.

CUESTIONES DE PARTIDA -E1-

¿Va siempre recta hacia el imán la limadura de hierro?

¿Se puede hacer un imán a partir de otro tan potente como éste?

MONTAJE -E1-

No se necesita montaje, sólo la manipulación de dos imanes, pequeñas agujas imantadas, limaduras de hierro y unos clips.

CUESTIONES DE PARTIDA -E2-

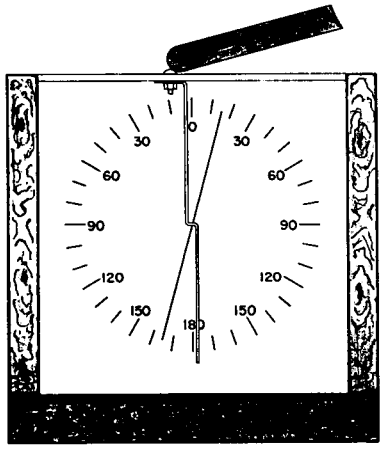
¿En qué se diferencia el comportamiento eléctrico del magnético?

¿Se puede saber, con ayuda de un electroscopio, si es positiva o negativa la carga que toman la ebonita y el vidrio al ser frotados?

¿Cuál es el mayor problema que presenta el estudio experimental de las manifestaciones eléctricas?

MONTAJES -E2-

Todas las manipulaciones que se van a indicar actúan sobre un electroscopio, como medio para detectar las débiles cargas eléctricas producidas por el frotamiento sobre lana o paño de ebonita, vidrio, plexiglas, metal, etc; por esta razón se hace necesario, en un primer momento, familiarizarse con él, lo que significa frotar todos los cuerpos y ver los giros de la aguja cuando los acercamos, tomando buena nota de las circunstancias que mejor activan el electroscopio y los problemas mecánicos que pueda presentar el giro de la aguja que puede perturbar, a veces, la fiabilidad del electroscopio.

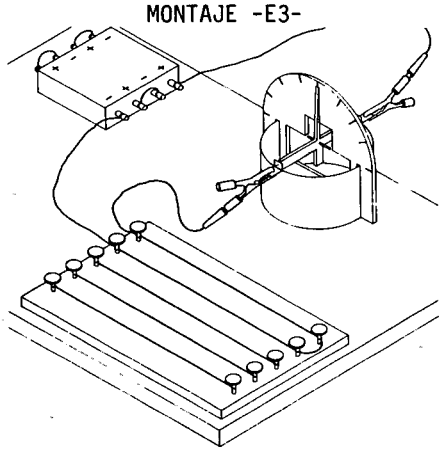


CUESTIONES DE PARTIDA -E3-

Si aumentamos la d.d.p en un circuito, ¿aumenta la resistencia?

¿Qué datos necesitamos conocer de un hilo conductor para calcular la resistencia que ofrece éste a la corriente eléctrica?

MONTAJE -E3-



Hacemos una fuente con 4 pilas de 1.5v cada una y conectamos los bornes a una serie de conductores, sucesivamente y uno a uno. El material, longitud y sección de los conductores se especificarán en la tabla de observaciones, intercalando en el circuito un galvanómetro para medir el paso de corriente y, opcionalmente un interruptor, tal como indica el esquema.

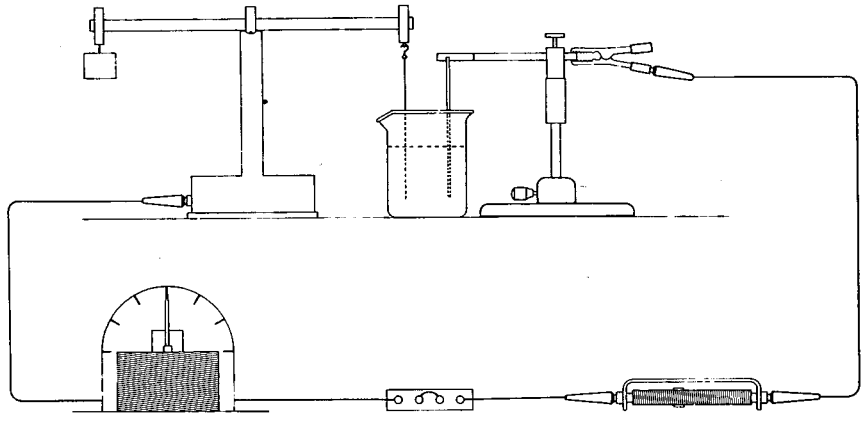
CUESTIONES DE PARTIDA -E4-

¿Es igual la corriente eléctrica en disoluciones que en metales?

¿Por qué está relacionada la masa depositada en el electrodo con algunas características moleculares del soluto?

MONTAJE -E4-

Disponemos la balanza con el electrodo de cobre y el electrodo de plomo con su correspondiente soporte, de forma que estos queden sumergidos en el interior de la disolución y conectados a un circuito formado por una fuente de alimentación, una resistencia variable, un amperímetro, y un in-



terruptor distribuidos según indica la figura. La balanza debe de estar en equilibrio antes de sumergir el electrodo en el medio acuoso, ya que las pesadas del material depositado se realizarán fuera de dicho medio, previa eliminación del agua que arrastra el electrodo. Los electrodos se deben colocar totalmente paralelos, procediendo a curvar ligeramente aquél donde se producirá la sedimentación, con el fin de que se distribuya la masa depositada homogéneamente por todo el electrodo. Hay que limpiar el electrodo en cada experimento. Conforme se vayan utilizando, preparamos las disoluciones que se indican en la tabla, ahora calculamos el número de gramos de soluto necesarios para conseguir la concentración que se indica en una disolución de 250cc:

SOLUTO	SO_4Cu			SO_4Fe	ClCu
CONCENTRACION MOLAL	0.09	0.05	0.005	0.05	0.05
GRAMOS					

El ClCu es soluble en agua, si previamente se ha disuelto en ClH. A modo orientativo, señalemos que para obtener una disolución de 250cc a concentración 0.05 molal se necesitan:

ClCu: 1.235g ClH: 17cc H_2O: 233cc

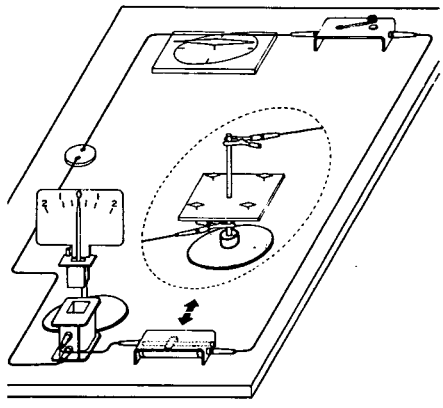
CUESTIONES DE PARTIDA -E5-

¿Cómo se pueden mostrar experimentalmente los efectos magnéticos de la corriente eléctrica?

Si las cargas en movimiento producen un campo magnético, ¿por qué no se aprecia este efecto cuando la ebonita frotada la movemos rápidamente?

MONTAJE -E5-

Construimos el circuito del esquema. Es importante que la distancia entre la bobina y la escala del amperímetro sea de 4.5cm, señalando antes de comenzar el experimento los puntos del cursor que dan un paso de corriente de ½, 1 y 2. Procuraremos que el interruptor no esté mucho tiempo accionado (5s-10s), pues de lo contrario se producen calentamientos en el circuito. Finalizada la experimentación con la aguja magnética, sustituimos el cursor por una lámina de corcho de agujas magnéticas dispuestas ortogonalmente a una aguja vertical que penetra al corcho por el centro, y que está conectada a una corriente de unos 20v-25v.



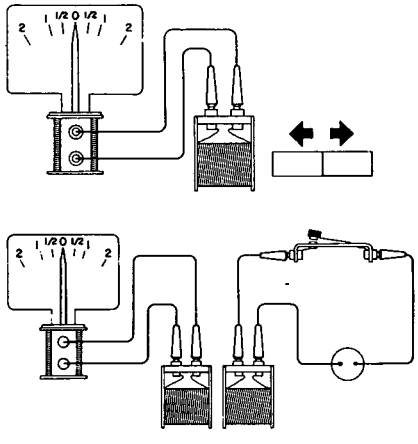
CUESTIONES DE PARTIDA -E6-

¿Cuáles son las condiciones necesarias para producir con un imán una corriente eléctrica en un circuito?

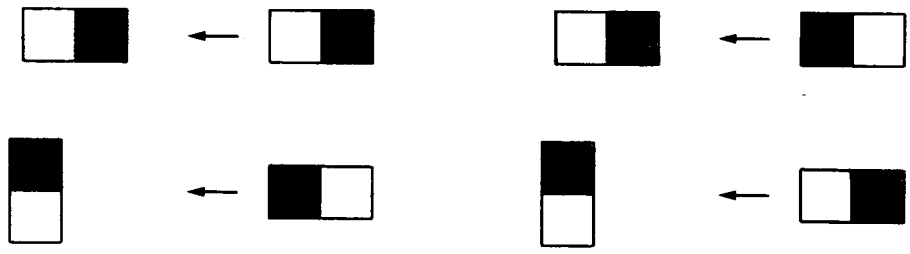
¿Por qué sólo se produce corriente en una bobina cuando se abre o cierra la corriente en otra cercana?

MONTAJE -E6-

Se realizan dos montajes diferentes, el primero es un circuito simple formado por una bobina conectada en serie a un amperímetro, mientras que exteriormente tenemos un imán que acercamos y retiramos a la bobina a distintas velocidades y cambiando los polos alternativamente; el segundo es igual al anterior, sustituyendo el imán por un circuito formado por una bobina, un interruptor y una fuente de alimentación de 3v-6v, y el movimiento de éste por el abrir y cerrar del circuito con el interruptor; la bobina se coloca encima de la otra, aumentando el efecto con un núcleo de hierro.



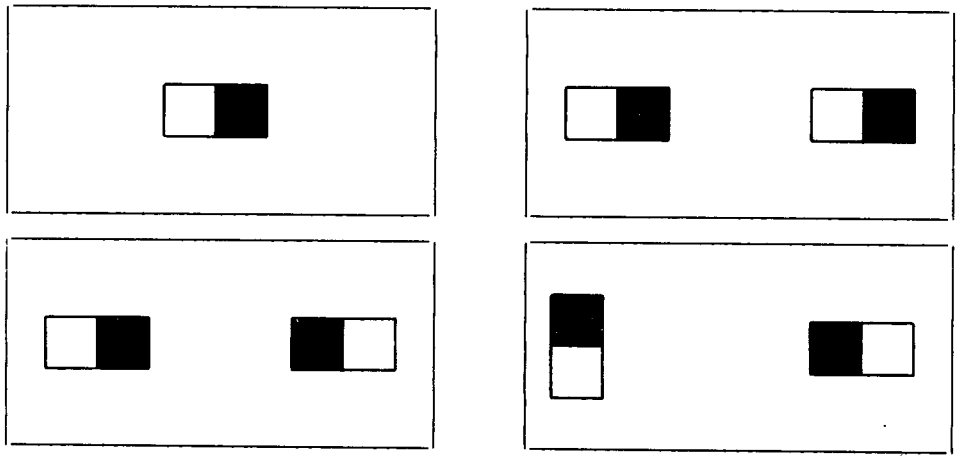
1.- Con la ayuda de dos imanes rectangulares, indicar qué sucede en cada uno de los esquemas cuando acercamos uno de ellos al otro que permanece fijo:



2.- Sabiendo que la tierra es un gran imán, cuyo Polo Norte magnético coincide con el Polo sur geográfico, asociar el color de cada uno de los imanes con su polo, inventando algún dispositivo para que los imanes rectangulares puedan girar libremente:

3.- Frotando la aguja, desde la mitad de ésta hasta uno de sus extremos y siempre en este sentido con un imán rectangular repetidas veces, se consigue que tenga imantación. Repetimos esta operación con un trozo de alambre y después lo cortamos por la mitad para separar sus dos polos. Describe la experiencia:

4.- Colocando los imanes como se indica en la figura, espolvorea limaduras de hierro y dibuja el aspecto de las limaduras:



CONCLUSIONES -E1-

1.- Describe lo observado en las interacciones de imanes:

2.- ¿Cuál es la prueba concluyente de que la Tierra es un gran imán?

3.- Explica a tu modo, por qué la aguja adquiere propiedades magnéticas, al ser frotada adecuadamente por un imán:

4.- ¿Cuáles son las diferencias que has encontrado experimentando entre las fuerzas magnéticas y las gravitatorias?

5.- Hasta ahora las fuerzas que hemos estudiado actúan según la línea más corta sobre el objeto, ¿se puede decir igual de las fuerzas magnéticas? ¿por qué?

6.- A modo de resumen, indica cuáles son las propiedades más significativas de los imanes:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -E2-

1.- Frotar un número determinado de veces (10 ó 15) cada cuerpo con las distintas superficies y rellena la tabla con el ángulo que gira la aguja en cada caso (realiza cada medida 6 veces):

	LAPIZ	EBONITA	ACERO	VIDRIO	COBRE	PLEXIGLAS
LANA						
PAÑO						
PELO						
PIEL DE GATO						

2.- Con los cuerpos que más han activado el electroscopio, realizamos la siguiente serie, acercando cada cuerpo sin retirar el anterior:

EBONITA	EBONITA	VIDRIO	VIDRIO	EBONITA

3.- Con el mismo procedimiento realizamos la segunda serie:

VIDRIO	VIDRIO	EBONITA	DEDO	EBONITA

4.- Acercamos la ebonita frotada al extremo de cada cuerpo colocado de modo que el otro extremo está junto al tornillo del electroscopio. Indica en la tabla los cuerpos que activan el electroscopio:

CUERPOS QUE LO ACTIVAN					
CUERPOS QUE NO LO ACTIVAN					

5.- Realiza algunos experimentos acercando la ebonita pero sin tocar el tornillo, ¿qué diferencias encuentras con las series anteriores?:

6.- ¿Qué diferentes comportamientos encuentras cuando entre el cuerpo frotado y el tornillo colocamos un conductor?:

CONCLUSIONES -E2-

1.- Unos cuerpos activan el electroscopio y otros no; explica los diferentes comportamientos sin utilizar ningún concepto de electrostática:

2.- Introduce algunos conceptos que permitan explicar las dos series. ¿Es lo mismo "lo que da" la ebonita que "lo que da" el vidrio?

3.- ¿Qué características comunes poseen los cuerpos que conducen la electricidad?

4.- Utiliza lo que sabes sobre el átomo para explicar el comportamiento de los cuerpos conductores:

5.- Se produce inducción electrostática si hay actividad electrostática sin que haya contactos; intenta precisar en qué consiste ésta según los experimentos que has realizado al respecto:

6.- Haz conjeturas sobre las diferencias encontradas en las interacciones gravitatorias, magnéticas y eléctricas:

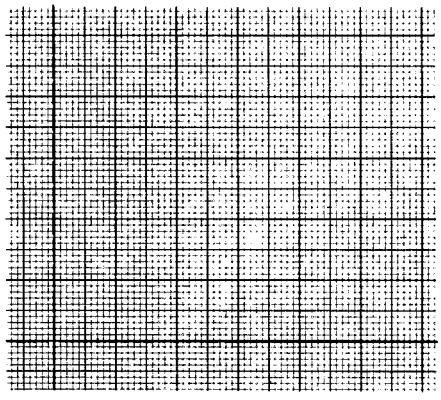
Pasa a la página 87

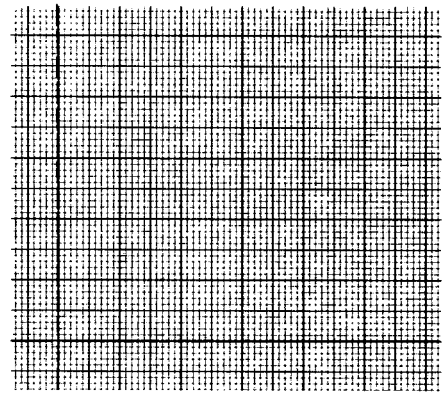
OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -E3-

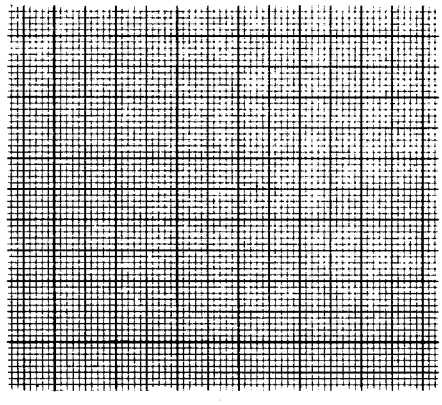
1.- Colocando uno a uno los conductores, rellenar la siguiente tabla con las intensidades del amperímetro (nomenclatura: -NC,20,2- significa hilo de níquel-cromo de 20cm de longitud y 2mm de sección):

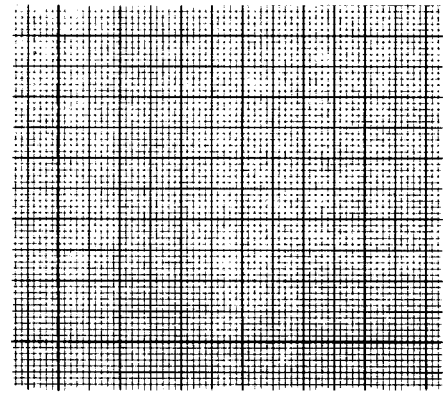
	NC,20,2	NC,40,2	NC,60,2	NC,20,3	NC,20,4	Fe,20,2	Cu,20,2
1.5v							
3v							
4.5v							
6v							

2.- Reordena el gran número de datos realizando cuatro gráficas donde se tengan en cuenta en cada una de ellas las cuatro variables puestas en juego: voltaje -**v**-, longitud -**l**-, sección -**s**- y material -**m**- frente al efecto que han provocado: la intensidad -**i**-:









CONCLUSIONES -E3-

1.- Al factor de proporcionalidad entre v e i se le llama resistencia -R-; calcúlalo para los diferentes conductores:

2.- Ordenando los valores de R de mayor a menor, ¿cómo se relaciona cualitativamente R con los demás factores puestos en juego?

3.- Relaciona cuantitativamente, a través de las pendientes de las gráficas, R con l, s y m:

4.- Conocido R, l y s para todas las resistencias, calcula el factor que depende del material -m-, asociando al nichrome, hierro y cobre un valor que llamaremos resistividad eléctrica del material. Compara este valor con los datos de la tabla VI:

5.- Al introducir el amperímetro en un circuito, ¿cometemos algún error en las medidas?

6.- En vista a los resultados, haz un símil de un circuito eléctrico con un circuito hidráulico. ¿Qué elementos del circuito hidráulico representan a v i y R?

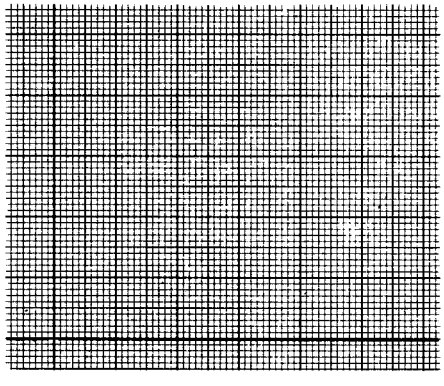
Pasa a la página 87

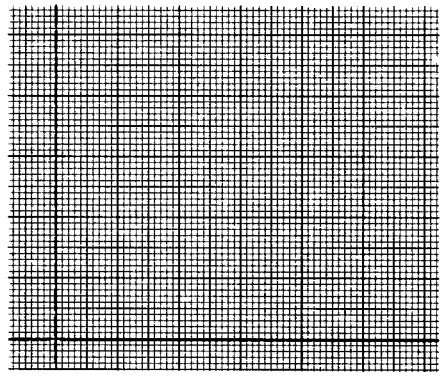
OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -E4-

1.- Modificando adecuadamente el voltaje y la distancia entre electrodos, procuraremos que el amperímetro marque entre 0.3A y 0.7A, de este modo, la velocidad de sedimentación nos permitirá hacer las observaciones y toma de datos sin apresuramientos ni esperas innecesarias. El tiempo -t-, medido desde que se cierra el circuito hasta que se saca el electrodo sin desconectar la corriente, debe ser tal que la masa depositada no sea tan pequeña que difícilmente pueda medirse, ni tan grande que pueda caer parte al sacar el electrodo. Sacado el electrodo, se procede a quitar el agua que ha arrastrado la masa del electrodo con la llama de un infernillo, después de pesar y limpiar se vuelve a introducir. Esta operación se realiza para las tres concentraciones de sulfato cúprico y para cada una hacemos tres pesadas sucesivas, rellenando la siguiente tabla:

0.09				0.05				0.005			
t	i	q	m	t	i	q	m	t	i	q	m

2.- Hacer una representación conjunta de los datos de la tabla en el primer espacio milimetrado:





3.- Repetimos -1- para los dos solutos restantes, realizando una sola pesada. Representar los valores en el segundo espacio milimetrado:

SOLUTO gramos	CONCENTRACION molal	MASA DEPOSITADA gramos	INTENSIDAD amperios	TIEMPO segundos	CARGA coulomb
SO_4Cu					
SO_4Fe					
ClCu					

CONCLUSIONES -E4-

1.- El voltaje y la distancia entre electrodos no aparece en ninguna tabla, ¿es que no son datos impotantes? ¿es esto un fallo de la toma de datos? ¿por qué?:

2.- Utilizando la primera gráfica, encuentra una relación cuantitativa entre m y q. Enuncia verbalmente dicha ley (primera ley de Faraday):

3.- ¿Existen grandes diferencias entre la masa depositada por unidad de tiempo y la concentración? ¿por qué?:

4.- Explica qué sucede dentro de la cubeta, realizando un esquema donde se representen las fuerzas electrostáticas que intervienen en el proceso, sabiendo que el sulfato cúprico, al disolverse, se disocia en cargas Cu^{++} y SO_4^{--}:

5.- Calcula las pendientes de las rectas de la segunda gráfica y rellena la siguiente tabla:

	SO_4Cu	SO_4Fe	ClCu
k = pendiente			

6.- Encontrar una constante similar para las tres disoluciones (llamada equivalente químico (Eq)), combinando adecuadamente los datos que se dan en la tabla:

SIMBOLO	SIGNIFICADO	SO_4Cu	ClCu	SO_4Fe
k	pendiente			
A	masa atómica			
V	valencia			

7.- Generaliza las conclusiones numéricas sustituyéndolas por los símbolos correspondientes:

8.- Calcula numéricamente, interpolando o extrapolando en la gráfica para las tres disoluciones, la cantidad de electricidad -F- en culombios que tendría que pasar para que se deposite Eq:

9.- Haciendo una regla de tres, relaciona m y q con las variables del apartado anterior. Enuncia el resultado (segunda ley de Faraday). Dale un significado físico a K:

10.- Sabiendo que la carga de un ión monovalente es de 1.6×10^{-19} culombios, ¿cuántos iones (N) son necesarios que lleguen al cátodo para que se deposite una masa igual a A?:

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -E5-

1.- ¿Qué le ocurre a la aguja magnética cuando conectamos una fuente de 12v al circuito?

2.- Llamando A al ángulo que forma el hilo conductor con la aguja imantada, y B a la desviación que sufre la aguja cuando pasa una corriente por el circuito, tomar los datos necesarios, con el fin de rellenar esta tabla (nota: el experimento se tergiversa si hacemos girar el hilo conductor en el mismo sentido en el que ha girado la aguja para A = 0). Repetir varias veces cada medida y tomar valores medios:

	i	B		i	B		i	B		i	B
A=0º			A=30º			A=60º			A=90º		

3.- Anota en qué condiciones se obtiene un B máximo:

	A max.	i max.
B max.		

4.- Observa qué ocurre con el ángulo B cuando cambiamos el sentido de la corriente, ¿existen diferencias con respecto al anterior experimento?

5.- Para unas condiciones donde B sea máxima, observa lo que ocurre cuando retiramos progresivamente el hilo conductor de la aguja:

6.- Sustituyendo el cursor por las cuatro agujas magnéticas, y conectando el circuito a 25v, dibuja la posición de las agujas cuando pasa la corriente:

CONCLUSIONES -E5-

1.- ¿De qué factores depende el ángulo de desviación (B) de la aguja imantada?

2.- ¿Qué relación existe entre la intensidad de la corriente eléctrica y el ángulo de desviación B?

3.- En base a lo observado en los dos circuitos, dibuja cómo serían las líneas de fuerza de un conductor. ¿Explica esto las condiciones por las que B es máximo?

4.- ¿Qué tiene de especial la dirección de la fuerza que genera a su alrededor un hilo conductor?

5.- ¿Es posible que el campo magnético de un imán sea debido a la existencia de corrientes eléctricas en el interior de éste? ¿por qué?

6.- En general, ¿En qué condiciones la electricidad estática produce efectos magnéticos?

Pasa a la página 87

OBSERVACION, MANIPULACION Y TRATAMIENTO DE DATOS -E6-

1.- ¿Qué le ocurre al amperímetro cuando se introduce el polo negativo en la bobina?

2.- Y si realizamos muy rápidamente la operación anterior, ¿qué ocurre?

3.- ¿Y si sacamos el imán?

4.- ¿Y si cambiamos el polo?

5.- ¿Qué se observa en el circuito cuando sustituimos el imán por otra bobina, en la que hacemos pasar una corriente a intervalos? (sugerencia: poner núcleo de hierro a las bobinas si la intensidad de la corriente no deja ver bien los efectos):

6.- Si dejamos el imán quieto cerca de la bobina, o bien hacemos pasar por la segunda bobina continuamente una corriente eléctrica, ¿se produce corriente eléctrica en el primer circuito?

CONCLUSIONES -E6-

1.- Sabiendo que la causa productora de corriente eléctrica, tanto utilizando el imán como la bobina, es la misma, determinar ésta analizando en qué condiciones se ha producido corriente y en qué otras no:

2.- Con el conocimiento adquirido, diseña y construye un aparato que pueda producir corriente eléctrica en mayores cantidades:

Pasa a la página 87

FASE HIPOTETICO-DEDUCTIVA

DEFINICION DE PROBLEMAS, FORMULACION DE HIPOTESIS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Sólo en el caso que proceda responder a la primera cuestión se rellena un recuadro, previa identificación de éste con la clave correspondiente,respondiendo a las siguientes cuestiones:

1.- ¿Cuales son, a tu juicio, los posibles factores que han provocado resultados negativos en el desarrollo del experimento?

2.- Enuncia las hipótesis que creas necesarias con el fin de dar algún tipo de explicación a los problemas definidos en -1-.

3.- Proyecta algún diseño experimental que permita contrastar las hipótesis realizadas.

CLAVE:	

CLAVE:	

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

CLAVE:

TABLA I: OPTICA

INDICE DE REFRACCION DE ALGUNOS VIDRIOS			
SUSTANCIA TRANSPARENTE	COLOR VIOLETA	COLOR AMARILLO	COLOR ROJO
VIDRIO FLINT SILICIO	1.63	1.62	1.62
VIDRIO FLINT AL BORO	1.57	1.56	1.56
VIDRIO CUARZO	1.55	1.55	1.55
VIDRIO CROWN SILICIO	1.52	1.51	1.51
CUARZO FUNDIDO	1.46	1.46	1.46

TABLA II: MECANICA

COEFICIENTES DE ELASTICIDAD				
	LONGITUD	GROSOR HILO	ESPIRA	K (N/m)
MUELLE datos dados en mm	150	0.8	31	3
	190	0.6	8.5	20
	240	0.8	10	30

TABLA III: HIDROESTATICA

DENSIDADES DE ALGUNOS CUERPOS (Kg/dm^3)					
SOLIDOS		LIQUIDOS		GASES	
ALUMINIO	2.70	AGUA	1.00	AIRE	.00129
COBRE	8.93	ACETONA	0.79	BUTANO	.00267
HIERRO	7.50	ALCOHOL	0.79	HELIO	.00017
PLOMO	11.37	MERCURIO	13.59	HIDROGENO	.00009
LATON	8.55	ACEITE	0.91	CO_2	.00292

TABLA IV: ONDAS

VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE: 332 m/s

TABLA V: CALOR

CALOR ESPECIFICO DE ALGUNOS CUERPOS (cal.x g^{-1} x $ºC^{-1}$)					
SOLIDOS		LIQUIDOS		GASES (a p=cte)	
ALUMINIO	.215	AGUA	.999	AIRE	.241
COBRE	.092	ACETONA	.506	METANO	.530
HIERRO	.113	ALCOHOL	.580	HELIO	1.250
PLOMO	.031	MERCURIO	.330	HIDROGENO	3.410
LATON	.092	GLICERINA	.580	CO2	.202

CALOR DE FUSION		CALOR DE VAPORIZACION	
SUSTANCIA	Cf $cal.g^{-1}$	SUSTANCIA	Cv $cal.g^{-1}$
AGUA (0ºC)	79.71	AGUA	539.0
COBRE (1.083ºC)	48.90	ACETONA	124.5
PLOMO (327ºC)	5.86	ALCOHOL	205.0
MERCURIO(-39ºC)	2.82	MERCURIO	65.0

COEFICIENTES DE DILATACION					
SOLIDOS (x10-6)		LIQUIDOS (x10-5)		GASES (p=cte)	
ALUMINIO	23.80	ACETONA	107	AIRE	.00367
COBRE	16.80	ALCOHOL	110	CO2	.00372
HIERRO	12.30	AGUA (20º-30º)	25	NITROGENO	.00367
PLOMO	29.40	AGUA (30º-40º)	35	ACETILENO	.00374

EQUIVALENTE MECANICO DEL CALOR: J = 4.18 julios/cal.

TABLA VI: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

RESISTIVIDAD (Ω x m x 10^{-8})					
ALUMINIO	2.63	CONSTANTAN	49	COBRE	1.72
HIERRO	10.00	LATON	7	NICROM	100
PLATA	1.47	PLOMO	22	CARBON	3500

BIBLIOGRAFIA

CATALA, J. **Física general**, Saber, Valencia, 1975.

GUERRA VELA, C. **Manual de laboratorio de Física...**, Trillas, Mexico, 1979.

SOLER, P. **Práctica básica de Física**, Alhambra, Madrid, 1975.

JOSEPH, A. **Física programada**, Limasa, México, 1970.

HABER-SCHAIM, V. **Física PSSS**, Reverté, Barcelona, 1974.

WULF, T. **Tratado de Física**, Católica Casales, Barcelona, 1929.

GRAETZ, L. **La Física y sus aplicaciones**, Gustavo Gil, Barcelona, 1928.

WESTPHAL, W. **Prácticas de Física**, Labor, Barcelona, 1965.

MAÑAS, J. **Introducción a un curso de medidas**, Rafra, Granada, 1958.

ENOSA. **Manual de experiencias de Electricidad**, Artes gráficas, Madrid,1972

ENOSA. **Manual de experiencias de Calor**, Artes gráficas, Madrid, 1972.

ENOSA. **Manual de experiencias de Mecánica**, Artes gráficas, Madrid, 1972.

ENOSA. **Manual de experiencias de Optica**, Artes gráficas, Madrid, 1972.

ENOSA. **Ondas mecánicas y vibraciones**, Artes gráficas, Madrid, 1972.

HOLTON, G. **Introducción a los conceptos y ...**, Reverté, Barcelona, 1976.

EINSTEIN. **La Física: aventura del pensamiento**, Losada, Buenos Aires, 1980.

KOYRE, A. **Estudios de historia del pensamiento..**, Siglo XXI, Madrid, 1977.

KOYRE, A. **Estudios galileanos**, Siglo XXI, Madrid, 1980.

GAMOW, G. **Bibliografia de la Física**, Revista de Occidente, Madrid, 1962.

CROMBIE, C. **Historia de la Ciencia de San Agustín a Galileo**, vol I y II, Alianza Universitaria, Madrid, 1979.

BERKSON, W. **Las teorías de los campos de fuerza: desde Faraday hasta Einstein**, Alianza Universitaria, Madrid, 1981.

TRUESDELL, C. **Ensayos de historia de la Mecánica**, Tecnos, Madrid, 1975.

BUNGE, M. **La investigación científica**, Ariel, Barcelona, 1965.

DIEGUEZ, J.R. **Didáctica general**, Cincel, Madrid, 1980.

LAFOURCADE, P.D. **Evaluación de los aprendizajes**, Cincel, Madrid, 1972.

ROSADO, L. **Didáctica de la Física**, Edelvives, Zaragoza, 1979.

BRINGUIER, J.C. **Conversaciones con Piaget**, Granica, Barcelona, 1977.

INHELDER, B. **Aprendizaje y estructuras del ...**, Morata, Madrid, 1975.

RICHMOND, P.G. **Introducción a Piaget**, Fundamentos, Madrid, 1977.

PIAGET, J.

Las explicaciones causales, Barral, Barcelona, 1973.

La composición de las fuerzas y el problema..., Morata, Madrid, 1977.

La toma de conciencia, Morata, Madrid, 1976.

La transmission des mouvements, P.U.F., Paris, 1973.

La formation de la notion de force, P.U.F., Paris, 1973.

INDICE

INTRODUCCION Y JUSTIFICACION DEL CUADERNO..... 3

SELECCION DE CONTENIDOS..... 6

ORDENACION Y ESTRUCTURA DEL CUADERNO..... 8

LA MEDICION..... 11

GRAFICAS..... 14

UNIDADES EXPERIMENTALES

Nº 1: OPTICA..... 17

Nº 2: ESTATICA+CINEMATICA+DINAMICA..... 26

Nº 3: HIDROSTATICA..... 43

Nº 4: ONDAS MECANICAS..... 51

Nº 5: CALOR..... 58

Nº 6: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO..... 71

FASE HIPOTETICO-DEDUCTIVA..... 87

TABLAS..... 91

BIBLIOGRAFIA..... 93

INTRODUCCION Y JUSTIFICACION DEL CUADERNO..... 3

SELECCION DE CONTENIDOS..... 6

ORDENACION Y ESTRUCTURA DEL CUADERNO..... 8

LA MEDICION..... 11

GRAFICAS..... 14

UNIDADES EXPERIMENTALES

Nº 1: OPTICA..... 17

Nº 2: ESTATICA+CINEMATICA+DINAMICA..... 26

Nº 3: HIDROSTATICA..... 43

Nº 4: ONDAS MECANICAS..... 51

Nº 5: CALOR..... 58

Nº 6: ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO..... 71

FASE HIPOTETICO-DEDUCTIVA..... 87

TABLAS..... 91

BIBLIOGRAFIA..... 93