Es de

José García

60

PROGRAMAS
Y RESUMEN
DE LAS LECCIONES
DE
ELEMENTOS DE FÍSICA,
NOCIONES DE QUÍMICA,
Y
NOCIONES DE HISTORIA NATURAL,

QUE EL DOCTOR

D. Fernando Sanchez y Rivera,

Catedrático de dichas asignaturas en el Instituto de segunda enseñanza de Jerez de la Frontera, explicará durante el curso escolástico de 1848 á 1849, con arreglo á los programas publicados en primero de Agosto de 1846 por la Direccion general de instruccion pública.

Jerez.—1848.

IMPRENTA DE BUENO, CALLE LARGA.

Historia

N.9

Al Sr. D. Juan Lopez Chavarri,

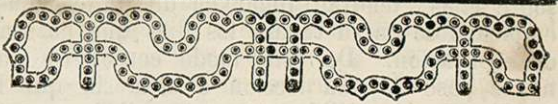
Doctor en Ciencias y Profesor de Física esperimental en la Universidad literaria de Madrid.

No puedo menos de consignar un público testimonio de gratitud y de respeto á la persona de V. S. en la primera página de esta obra, que cordialmente le consagro, íntimamente persuadido de que, si arde en mi pecho el noble deseo de adelantar en el interesante y encantador estudio de la naturaleza, es porque la ilustracion de V. S. halló medios de encenderlo, cuando, inscripto en el número de sus discípulos, escuchaba sus eruditas esplicaciones en este Instituto, en que he visto deslizarse dulcemente los dias venturosos de mi niñez.

Fernando Sanchez y Rivera.

INSTITUTO
DE SEGUNDA ENSEÑANZA
de Jerez de la Frontera.

ELEMENTOS
DE
FÍSICA ESPERIMENTAL
Y NOCIONES
DE QUÍMICA.



Debiendo seguir en la esplicacion de los ramos del saber, cuya enseñanza se me ha confiado, la marcha trazada por la Direccion general de instruccion pública en los programas que se sirvió publicar en 1.° de Agosto de 1846, desplegaré todos los esfuerzos que estén á mi alcance para desarrollar convenientemente los capítulos que comprende. El crecido número de aparatos, modelos é instrumentos, que poseen nuestros célebres gabinete y laboratorio, nada me dejarán que desear para realizar el proyecto de dar á beber á mis discípulos en una misma copa la instruccion y el placer.

Mis lecciones, ilustradas con cuantas observaciones y esperimentos puedan difundir luz

sobre ellas, tendrán lugar en dias alternados, empleándose en su repaso los dias que no sean de esplicacion. De este modo conseguiré que no se pase de una leccion á otra sin que la anterior quede sólidamente aprendida: puesto que en las preguntas que dirigiré á mis discípulos les llamaré la atencion sobre todos los puntos de la leccion á que el repaso se refiera, y tomando conocimiento de los que han quedado confusos ó mal entendidos, los dilucidaré nuevamente, acomodándome siempre á la capacidad de los de menos alcances, á los que mas frecuentemente se dirigirán mis preguntas. Esplicaré en 52 lecciones las materias de que habla el programa general: de este modo podré hacer que se repitan oportunamente los tratados á fin de gravarlos de un modo indeleble en la mente de mis educandos.

Convencido íntimamente de que el Profesor que se limita á poseer á fondo el ramo del saber que forma el objeto de su enseñanza, sin adoptar un método acomodado á la capacidad y tendencias de sus discípulos, no cumple con su deber mas que á medias; procuraré llenar esta segunda circunstancia, como lo he practicado en los cursos anteriores, y suplir lo que me falte de la primera con una constante aplicacion. Imaginando que se me confia el cultivo de un precioso jardin, no omitiré medio alguno de cuantos estén á mi disposicion, para

corresponder á la confianza que en mi se deposita. Procuraré arrancar la mala yerba del error y las preocupaciones, y diseminaré las semillas del saber: removeré los obstáculos que oponerse puedan á su germinacion, sirviéndome para cada individuo de un sistema acomodado á su caracter, que procuraré conocer desde los primeros dias del curso, como lo he practicado en los años anteriores. Siguiendo siempre las sendas por donde me han conducido mis dignísimos Catedráticos, ahora mis comprofesores, en un caso inspiraré interés hacia la ciencia al indolente; en otro llamaré la atencion al distraido; en este dia prodigaré elogios al mérito; en el otro estimularé las medianías; y en todos procuraré poner mis doctrinas al alcance de las inteligencias menos desarrolladas.

Servirá de testo para los elementos de Física, el *Curso elemental completo de Física esperimental* publicado en 1847 por el Doctor D. Fernando Santos de Castro; y para las nociones de Química, los *Elementos de Química por Bouchardat, traducidos por D. Gregorio Lezana y D. Juan Chavarri:* obra publicada en Madrid en 1846.

La distribucion y desarrollo que he creido conveniente dar á los capítulos del programa general, aparece en el siguiente

CATÁLOGO DE LAS LECCIONES.

Leccion 1.

Dar una idea general del objeto de las ciencias fisicas: definicion de la Física, de la Química, de la Astronomía, de la Meteorología y de la Historia natural. Diversas maneras de estudiar la Física, ya especulativa, ya esperimentalmente, haciendo uso de la análisis, de la síntesis y de la analogía. Cuerpo, materia, propiedades y caracteres. Observacion, esperimento, esperiencia. Enumeracion de las propiedades generales. Idea de la estension: sus dimensiones. Figurabilidad: masa, volumen. Idea de la impenetrabilidad: argumentos que prueban ser esta una propiedad general de los cuerpos: aplicacion de la impenetrabilidad entre sólidos y líquidos. Cuba hidroneumática. Campana de buzos. Penetraciones aparentes.

Leccion 2.

Idea de la porosidad: volumen aparente y real: densidad: argumentos que prueban ser la porosidad una propiedad general de la ma-

teria: lluvia de plata: aplicaciones de la propiedad que tienen algunas sustancias de absorver el agua en virtud de su porosidad. Propiedad absorvente del carbon, causas que influyen en ella: propiedad desinfectante y decolorante del carbon. Filtracion del agua en grandes porciones. Métodos de Bequerel y Laroche para filtrar el aceite. Petrificacion de las sustancias orgánicas. Medios que emplean las artes para aumentar y disminuir la porosidad. Aplicacion de la propiedad que poseen las telas de goma elástica de ser impermeables al agua.

Leccion 3.

Idea de la divisibilidad. ¿Tiene límites la division de los cuerpos? Egemplos de divisibilidad asombrosa que ofrecen de consuno la naturaleza y los procederes mecánicos. Medios que emplean las artes para dividir los cuerpos. Decantacion, tamizado, circunstancias que deben concurrir para que esta operacion se verifique con regularidad. Idea de la compresibilidad: argumentos que prueban ser esta una propiedad general de la materia. Dilatabilidad: pruebas de que los sólidos, líquidos y gases se dilatan por la accion del calor. Elasticidad: cuerpos elásticos de 1.ª y de 2.ª especie, aplicacion de estos últimos, pruebas esperimentales

de que los primeros recobran su volumen en un tiempo inapreciable. Definicion de los cuerpos sólidos, de los líquidos y de los aeriformes. Idea de la inercia. ¿Se conciben con igual claridad los dos efectos de la inercia? Fuerza de inercia. ¿Se confunde esta fuerza con la gravedad? ¿Desaparece la idea de las causas á vista de la inercia? Esplicacion de algunos fenómenos dependientes de la fuerza de inercia. Idea de la atraccion, sus diferentes nombres segun que se considere en los sólidos ó en los líquidos: pruebas esperimentales de su existencia. Movilidad, reposo, movimiento.

Leccion 4.

Definicion de la Estática y de la Dinámica. Equilibrio: leyes del movimiento. Fuerza, resultante, componentes, composicion y descomposicion de fuerzas: resultante de las fuerzas que actuan siguiendo una misma direccion, de las que actuan en sentidos diversos, de las que actuan formando ángulo, y de las que actuan en direcciones paralelas.

Leccion 5.

Idea del movimiento uniforme, su velocidad, espacio corrido, fórmula del movimiento unifor-

me: fuerza instantánea, fuerza contínua, constante: movimiento uniformemente variado: leyes que obedecen los cuerpos en el movimiento uniformemente acelerado: movimiento absoluto, relativo, demostracion de que la cantidad de movimiento es igual á la masa multiplicada por la velocidad. Esplicacion de los tres casos que ocurrir pueden en el choque de los cuerpos no elásticos.

Leccion 6.

Idea de la gravedad: fenómenos que parecen contrariar esta ley: pruebas esperimentales y de razon de que la gravedad comunica á todos los cuerpos igual velocidad. Direccion de la gravedad: manera de medir el ángulo que forman en el centro de la tierra dos verticales tiradas en dos puntos de su superficie. Demostracion de las leyes de la caida de los cuerpos por el plano inclinado de Galileo y por el aparato de Atwood.

Leccion 7.

Peso: diferente peso de los cuerpos en el ecuador y en los polos: insuficiencia de la balanza para conocer esta circunstancia; medio de conocerla. Centro de gravedad, métodos para

hallarlo, equilibrio estable é inestable, esplicacion del fenómeno que se observa en el doble cono que sube por un plano inclinado, circunstancias de que depende la estabilidad de un cuerpo sobre un plano. Masa de los cuerpos, densidad, balanza, condiciones que deben concurrir en ella para que sea exacta. Medio para pesar con exactitud aun cuando la balanza sea inexacta. Movimiento de rotacion. Generacion del movimiento curvilíneo, aparato que lo dá á conocer. Idea de las fuerzas centrífugas, sus leyes, aparatos que las demuestran, prueba esperimental de la existencia de la fuerza centrífuga, y esplicacion de algunos fenómenos dependientes de ella.

Leccion 8.

Idea del péndulo y de las oscilaciones, esplicacion gráfica de estas, su isocronismo. Probar que no influye en su duracion ni la amplitud del arco trazado, ni la materia de que se compone el péndulo ni la resistencia del aire; pero sí la longitud y la gravedad: leyes de estas oscilaciones: centro de oscilacion: esplicacion de las oscilaciones en el péndulo compuesto. Aplicaciones de este aparato para averiguar la intensidad de la gravedad, la figura de la tierra y la densidad media de este planeta.

Leccion 9.

Máquinas: su division en simples y compuestas: ley del equilibrio en toda máquina. Potencia, resistencia, punto de apoyo, enumeracion de las máquinas simples. Plano inclinado, ley del equilibrio en esta máquina, su demostracion gráfica y esperimentalmente. Palanca, sus géneros, ley del equilibrio, su demostracion gráfica y esperimentalmente. Cuerdas ó máquinas funiculares: su resistencia.

Leccion 10.

Polea en general, polea fija y móvil, ley del equilibrio en una y otra, su demostracion gráfica y esperimentalmente: polipasto ó trócula; ley del equilibrio. Ruedas dentadas, torno, cabria, cabrestante, cric ó gato, cuñas simple y doble, tornillo y ley del equilibrio en estas máquinas.

Leccion 11.

Definicion de la Hidrostática y de la Hidrodinámica: demostracion del principio de igualdad de presion, condiciones del equilibro en los líquidos, fiolita de los cuatro elementos. De-

mostracion especulativa y esperimental de que las moléculas de los líquidos egercen presiones en todas direcciones. Demostracion gráfica y esperimental de que la presion de arriba abajo es igual á la de una columna líquida cuya base sea la del vaso y la altura la del nivel: aparatos de Aldal y de Pascal. Demostracion esperimental de que la presion de arriba abajo es igual á la de abajo arriba. Presion lateral. Molinete de reaccion. Centro de presion.

Leccion 12.

Condicion de equilibrio en los líquidos homogéneos colocados en vasos comunicantes: su demostracion por la razon y esperimentalmente: niveles de agua y de aire. Prensa hidráulica: sus ventajas sobre las vigas que se emplean comunmente en los molinos de aceite. Condicion de equilibrio en los líquidos hetereogéneos colocados en vasos comunicantes, su demostracion por el raciocinio y la esperiencia. Principio de Arquímedes: su demostracion por el raciocinio y la esperiencia.

Leccion 13.

Presiones á que está sometido un sólido sumergido en un líquido: diferentes lugares que

ocupa un sólido en una masa líquida segun las presiones que esperimenta y segun su peso: Ludion ó diablillo de Descartes. Diferentes procedimientos que se emplean para averiguar las densidades de los cuerpos sólidos y líquidos. Demostracion especulativa y esperimental de que en los cuerpos flotantes se verifica el principio de Arquímedes. Areómetros de volumen constante y de peso constante. Uso de las tablas de las gravedades específicas.

Leccion 14.

Idea de los fluidos elásticos, sus principales caracteres: pruebas esperimentales de la elasticidad y compresibilidad de los gases, y de que el aire opone resistencia á los cuerpos que en él se mueven. Medios de que se sirvieron el Padre Marsenne y Galileo para probar la pesantéz del aire. Esperimentos para probar que el aire atmosférico egerce presion de abajo arriba, de arriba abajo y lateralmente.

Leccion 15.

Idea del barómetro, reseña histórica de su descubrimiento: aparato en que se demuestra que si faltara la presion atmosférica no se mantendria el mercurio elevado en el barómetro.

Manera de averiguar á que altura subirá un líquido en virtud de la presion atmosférica. Presion que egerce la atmósfera sobre el cuerpo humano. Puntos que abraza la construccion del barómetro: razones porqué se emplea el mercurio con preferencia á otros líquidos, purificacion del líquido barométrico. Causas de error que presentan los barómetros en su uso y maneras de corregirlas. Barómetros de tubo recto y de sifon: el de Fortin, el de Gay-Lussac y el de cuadrante. Medida de alturas por medio del barómetro. Ley de Mariotte relativa á la compresion de los gases: su demostracion esperimental.

Leccion 16.

Manómetros: sus diferentes especies. Máquina neumática: esperimento que le sirve de base: perfecciones succesivas de esta máquina hasta el doble agotamiento de Babinet: causas porque no se obtiene un vacío perfecto ni aun en las mejores máquinas neumáticas. Máquina contraneumática. Escopeta de viento. Fuente de compresion: sus aplicaciones. Fuente de Hieron: aplicacion que se ha hecho de ella.

Leccion 17.

Condicion necesaria para el equilibrio en un

sólido sumergido en un líquido. ¿Cuándo flotará un sólido sobre un líquido? Manera de hacer que sólidos muy densos floten en líquidos menos densos. Demostracion especulativa y esperimental de que en los cuerpos flotantes en fluidos aeriformes se verifica el principio de Arquímedes. Mongolfieras. Globos de gas hidrógeno: manera de construirlos, modo de llenarlos, precauciones que debe tomar el areonauta: paracaidas. Pruebas de que los gases se mezclan indistintamente sin obedecer las reglas de Hidrostática.

Leccion 18.

Idea de la Hidrodinámica: fenómenos que se observan en el líquido contenido en un vaso cuando se abre un orificio en el fondo de este. Teorema de Torricelli: su demostracion: contraccion de la vena fluida: prueba esperimental de su existencia. Surtidores: causa de la elevacion del agua en estos aparatos, inconvenientes que se oponen á ella, fórmula de Mariotte para hallar la altura de un depósito conocida la del surtidor.

Leccion 19.

Sifones: esplicacion de la salida del líquido

en estos aparatos. Sifones naturales: copas de Diabetes, catalicores ó bombillas. Fuente intermitente. Bombas: sus diferentes clases. Ariete hidráulico.

Leccion 20.

Calórico: sistemas que se han imaginado para esplicar sus fenómenos: pruebas esperimentales de que el calórico dilata los cuerpos en los tres estados sólido, líquido y aeriforme. Termómetros: razones por que se emplea el mercurio en su construccion: division del tubo en partes de igual capacidad cuando no esté bien calibrado: manera de llenar el tubo: término cero de la escala: aparato que debe emplearse para fijar el término correspondiente al calor del agua hirviendo: diferentes escalas: manera de trasformar los grados de una escala en los de otra.

Leccion 21.

Medida de la dilatacion de los sólidos, líquidos y gases: dilatacion lineal y cúbica de los sólidos: pirómetros de Brogniart, de cuadrante y de arcilla. Dilatacion aparente y real de los líquidos. Dilatacion de los gases y resultados que obtuvo sobre ella Gay-Lussac. Manera de averiguar la densidad de los gases. Pruebas

esperimentales de que el calórico radiante atraviesa el vacío. Prueba de que el calórico se refleja formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia: espejos cóncavos para hacer ver esperimentalmente la reflexion del calórico.

Leccion 22.

Determinacion esperimental de la ley que sigue el calor en su propagacion: manera de trasmitirse el calórico en los sólidos, en los líquidos y en los gases. Termóscopo de Runford y termómetro diferencial de Leslie: poder emisivo del calor: manera de estudiarlo en diferentes sustancias: poderes reflectante y absorvente: equilibrio de temperatura. ¿Existe una verdadera reflexion del frio? Conductibilidad de los cuerpos para el calor: division de los cuerpos respecto á ella. Pruebas de que los líquidos y los gases son malos conductores del calórico.

Leccion 23.

Cambio de un sólido en líquido y viceversa: calórico latente: prueba de su existencia. ¿Solamente la accion del calor determina el tránsito de los sólidos al estado líquido? Mezclas frigoríficas: esplicacion del frio producido por

ellas. Calórico específico. Capacidad de los cuerpos para el calor: determinacion de ella por el método de las mezclas y por la liquidacion del yelo: calorímetro de Lawoissier y Laplace.

Leccion 24.

Paso del estado líquido al de vapor. ¿Necesitan todos los líquidos que su temperatura se eleve para evaporarse?: causas que influyen en la cantidad de vapor que se forma en un espacio, aparato por medio del cual se aprecia esta influencia. Formacion de los vapores en el vacío: máximo de la fuerza elástica de los vapores: aparato que sirve para medir la fuerza elástica de los vapores á temperaturas diferentes. Ebullicion, evaporacion, influencia de las causas que concurren á variar el punto de ebullicion. Prueba de que los líquidos hacen latente una cantidad de calórico para reducirse á vapor. Pruebas de que en la evaporacion se produce frio: criósforo de Wolaston. Marmitas de Papin. Circunstancias en que se condensan los vapores y los líquidos. Aparato que sirve para averiguar el máximo de densidad del agua.

Leccion 25.

Máquina en que podemos hacer ver la fuer-

za elástica del vapor. ¿Cómo se consigue que no obre la presion atmosférica en estas máquinas? Máquina de vapor que puede ponerla en juego un solo hombre: idem con condensador: idem en su mayor grado de perfeccion: dos secciones en que pueden comprenderse estas máquinas. Aplicacion de la fuerza elástica del vapor á mover buques y carruages.

Leccion 26.

Mezcla de los vapores con los gases: aumento de la fuerza elástica que resulta de esta mezcla: aparato que sirve para apreciar este aumento. Objeto de la Higrometría: estado higrométrico del aire: higrómetros, clases en que se comprenden. Determinacion de la tension del vapor acuoso contenido en el aire por medio de los higrómetros de saturacion: higrómetro de Daniel, el de Seaussure. Medio de que se sirvió Gay-Lussac para determinar la relacion que hay entre los grados del higrómetro y la tension del vapor que existe en la atmósfera. Explicacion de las fuentes mas principales de calor: causas que influyen en la produccion del calor animal.

Leccion 27.

Definicion de la electricidad: su desenvolvi-

miento por la friccion: cuerpos conductores y no conductores de este fluido: hipótesis que se han imaginado para esplicar sus fenómenos: esperiencias en que se funda la hipótesis de los dos fluidos eléctricos. Teoria de la electricidad por influencia. Esplicacion de los electroscopos y de las máquinas eléctricas. Esperimento de Volta para esplicar la formacion del granizo: repique eléctrico: danza eléctrica.

Leccion 28.

Ley de las atracciones y repulsiones eléctricas: medios de determinarla: distribucion de la electricidad en los cuerpos conductores: espesor de la capa eléctrica en la superficie de una esfera, en la de un esferoide: poder de las puntas para dar salida á la electricidad. Circunstancias en que se presenta la luz eléctrica: manera de multiplicar las chispas eléctricas; tubo y cuadro resplandescientes, fenómeno que presentan en la oscuridad las puntas metálicas electrizadas: difusion de la luz eléctrica en el vacío: huevo filosófico: aparato de Cavendich para probar que la luz eléctrica se difunde en el vacío barométrico: esplicacion que se ha dado de la luz eléctrica: colores diferentes de esta luz. Molinete eléctrico, esplicacion de su movimiento. Esperimento que prueba la propiedad que tiene

la electricidad de acelerar la salida de los líquidos por agugeros capilares.

Leccion 29.

Teoria de la electricidad disimulada: prueba de que la disimulacion no es completa. ¿Cuándo será mayor? Esplicacion de lo que es un condensador y de los modos de descargarlo. Condensador de láminas de oro, cuadro mágico de Franklin, botella de Leyden: esperimento por el que se prueba que los fluidos eléctricos se acumulan en las paredes del cuerpo no conductor de la botella de Leyden: circunstancias en que es mayor la carga de esta botella: batería eléctrica, modo de cargarla, pila eléctrica. Esperimentos que sirven para probar que la chispa sacada de la botella de Leyden taladra un naipe, inflama la pólvora, dilata el aire, y verifica la combinacion del oxígeno con el hidrógeno en una mezcla de estos dos gases. Esperimento que sirve para probar que la descarga de la batería eléctrica volatiliza los metales: manera de trazar un retrato por medio de dicha batería. ¿La descarga de este aparato puede quitar la vida á algunos animales?

Leccion 30.

Descubrimiento de la electricidad desenvuel-

ta por medio del contacto: medio de que se sirvió Volta para probar que el fenómeno observado por Galvani en la rana era debido á la electricidad desenvuelta por el contacto: prueba de que el fenómeno observado por Volta no era debido á la presion ó al rozamiento. Principios sobre que descansa la construccion de la pila de Volta: esplicacion del desarrollo de la electricidad en la pila: circunstancias que deben tenerse presentes para apreciar la energía de la pila: pila horizontal ó de artesa, mejora de Wolaston: reunion de diferentes pilas para producir grandes efectos, pilas secas ó de Zamboni, electrómetro de pila seca, efectos que produce la pila: descomposicion del agua por medio de este aparato.

Leccion 31.

Magnetismo. Idea del iman: fenómenos á que dá lugar esta sustancia: fuerza magnética: probar esperimentalmente que se egerce al través de todas las sustancias: esperimentos que prueban la existencia de dos polos al menos en todo iman. Probar que el magnetismo no es inherente á la materia de que se componen los cuerpos magnéticos: péndulo magnético: esperimentos en que se funda la hipótesis de dos fluidos magnéticos: puntos consecuentes, manera de conocerlos.

Leccion 32.

¿El globo terrestre obra sobre las agujas imantadas como si fuera un iman?: direccion de la aguja imantada, meridiano magnético, declinacion, inclinacion, ecuador magnético, brújulas. Procedimientos para magnetizar: el del simple contacto, inconveniente que presenta: el del doble contacto de Sknight: modificacion introducida en este método por Duhamel: método de Aepinus. Manera de conservar las barras imantadas y los imanes de modo que no pierdan la virtud magnética. ¿Las agujas que estan sirviendo necesitan de armadura?

Leccion 33.

Electro-magnetismo. Tres clases de acciones que egercen las corrientes eléctricas sobre los imanes, y esperimentos que lo prueban. Accion de las corrientes sobre las corrientes mismas. Idea del solenoides. Accion de una corriente rectilínea sobre un solenoides, accion del solenoides sobre la corriente rectilínea. Imantacion del hierro dulce y del acero por medio de las corrientes voltaicas. Descripcion y uso del multiplicador ó galvanómetro. Produccion de las corrientes termo-eléctricas en circuitos de diferentes metales: circunstancias en que se pro-

ducen en los circuitos de un solo metal. Descripcion y uso del termo-multiplicador de Melloni.

Leccion 34.

Acciones moleculares. Idea de la atraccion en general: sus diferentes nombres segun la manera de considerarla: pruebas esperimentales que dan á conocer la existencia de esta fuerza considerada bajo distintos aspectos. Principales fenómenos que se refieren á la capilaridad. ¿Esplican todos los físicos del mismo modo los fenómenos capilares? Causas que influyen en la elevacion de los líquidos en los tubos capilares. Resultados de las observaciones de Laplace acerca de la forma en que terminar pueden las superficies líquidas. Esplicacion de la elevacion y depresion de los líquidos en los tubos capilares segun los resultados de Laplace. Aparato de los tubos capilares: atracciones y repulsiones de los cuerpos flotantes: endósmose. Esplicacion de varios fenómenos que pueden referirse á la capilaridad.

Leccion 35.

Elasticidad: tres maneras de desenvolverse esta fuerza en los cuerpos: elasticidad que po-

seen los líquidos y los gases. Esperimentos que hicieron los académicos de Florencia para probar la compresibilidad de los líquidos en el siglo 17: esperimento de Boile, objecion de Muskembroek, esperimentos decisivos de Canton en 1761: aparato que inventó Oersterd en 1823 con el mismo objeto. Elasticidad de presion en los sólidos: ductilidad, maleabilidad. Dos modos de conocer la elasticidad de tension: prueba de que el aumento de longitud es proporcional á la traccion cuando no escede un cierto límite: manera de estudiar las leyes de la torsion de los hilos metálicos: ángulo de torsion, fuerza de torsion, manera de medir el ángulo de torsion, principales leyes de la torsion.

Leccion 36.

Tenacidad: maneras de ensayarla, circunstancias que influyen en la de las maderas: influencia de la temperatura en la tenacidad de los metales: influencia del grado de torsion en la tenacidad de las cuerdas. Choque de los cuerpos elásticos: dos tiempos que conviene distinguir para comprender los fenómenos del choque de estos cuerpos, tres casos que ocurrir pueden en el choque de los cuerpos elásticos, su esplicacion, aparato que sirve para estudiar las leyes del choque en esta clase de cuerpos. Prue-

ba gráfica y esperimental de que los cuerpos elásticos reflejan formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia.

Leccion 37.

Acústica. Idea del sonido. ¿El aire es el único gas en que pueden producirse los sonidos? Tres cosas que deben concurrir para que nosotros percibamos un sonido. Para que un cuerpo sea sonoro no basta que sus moléculas puedan remover y sacudir el aire: un cuerpo animado de un movimiento progresivo no puede producir sonido: movimiento necesario para producirlo: maneras de hacer sensible el movimiento oscilatorio de los cuerpos sonoros: movimiento subsultorio, cuestion que se ha suscitado sobre este y el oscilatorio: prueba de que ambos concurren á la produccion del sonido: aparato que sirve para probar esperimentalmente que el sonido se propaga por medio del aire: prueba de razon: prueba de que el aire puede comunicar á otros cuerpos su movimiento vibratorio: propagacion de los sonidos sin perturbarse mútuamente. Trasmision del sonido por medio de los líquidos y aun de los sólidos. Manera de determinar la velocidad del sonido en el aire, calcular la distancia á que se halla de nosotros una nube de tempestad: medio de que

se sirvió Mr. Dulong para determinar la velocidad del sonido en diferentes gases: medio de que se sirvieron para determinarla en los líquidos MM. Colladon y Sturm. ¿Se ha determinado la velocidad del sonido en los sólidos?

Leccion 38.

Reflexion del sonido: eco, resonancia, vibraciones trasversales y longitudinales de las cuerdas, sonómetro ó monocordio: leyes de las vibraciones en las cuerdas: nodos: sirena de Mr. Cagniard de la Tour.

Leccion 39.

Variacion indefinida de las gradaciones de los sonidos, tonos grave y agudo, diferencia entre la intensidad del sonido y su grave y aguda resonancia, límites dentro los cuales solamente puede percibir los tonos el oido: intervalo, sus diferentes nombres, acorde, melodía, armonía, consonancia, disonancia. Octavas, nombres que toman las de un mismo sonido. ¿Se producen en las varillas y láminas vibraciones trasversales y longitudinales? Ley que ha observado Mr. Poisson en las vibraciones trasversales de las varillas: manera de conocer los nodos en las varillas vibrantes: diapason. Causa de las diversas figu-

ras que se forman en un plano vibrante cuando se polvorea con arena; dos modos de producir vibraciones longitudinales en las varillas. Causa del sonido producido en un tubo, relacion del sonido con la longitud de este: causa de la trasmision del sonido á mayor distancia por medio de un tubo que por el aire libre: fenómeno que se observa en aquellas habitaciones en que los ángulos continuan por las bóvedas del techo: bocina, trompetilla acústica: tubos de órgano llamados de flauta, tubos de órgano con boquilla. Fundamentos en que estrivan los instrumentos de cuerda, influencia que egerce sobre el sonido la caja de que hacen parte. Descripcion del órgano del oido, mecanismo de la audicion. Descripcion del órgano de la voz.

Leccion 40.

Óptica. Idea de la luz, definicion de la Óptica, partes en que se divide, propagacion de la luz en un medio homogéneo, probar que la velocidad con que se propaga la luz no es instantánea, sino succesiva, medio de que se han valido los fisicos para probar cual es la velocidad de la luz, y cuanto tarda del sol á la tierra. Prueba de que la luz se refleja, leyes que obedece en su reflexion. Efectos de los espejos planos, esféricos, cóncavos y convexos. ¿En

qué lugar aparece un objeto colocado ante un espejo plano? Reflexion de la luz en un espejo convexo: razon porqué aparecen las imágenes en estos espejos mas pequeñas de lo que son. Reflexion de la luz en los espejos cóncavos cuando los rayos sean paralelos, convergentes y divergentes. Razon porqué no se ve el objeto en estos espejos cuando se coloca en el foco. ¿Donde se ve la imagen del objeto colocado entre el foco y el espejo?

Leccion 41.

Refraccion. ¿Se ha esplicado satisfactoriamente la propiedad que tiene la luz de seguir en su refraccion una ley inversa de la que siguen los demás cuerpos? Esplicacion gráfica de la refraccion de la luz y sus leyes. Desviacion que se observa en los objetos mirados al través de un prisma de vidrio. Lentes, dos clases á que pueden reducirse. Esplicacion de la refraccion en las lentes cóncavas y convexas. Descomposicion de la luz por medio del prisma, sus colores, esplicacion de los que se observan en los cuerpos, recomposicion de la luz. Estructura del ojo, vision, marcha de los rayos en el ojo, claridad de la vision á diferentes distancias, estimacion de la distancia, estimacion de la magnitud, unidad de la impresion producida en ambos ojos: ¿porqué vemos los ob-

jetos en sus posiciones naturales, debiendo pintarse invertida su imagen en la retina? Distancia de la vision distinta. Miopismo. Presbitismo: correccion de estos defectos.

Leccion 42.

Idea de los instrumentos de óptica mas comunes. Cámara lúcida, cámara oscura, idea del Daguerrotipo, lentes, dos clases á que pueden reducirse y efectos principales de unas y otras: anteojos: esplicacion del de Galileo ó de teatro, del astronómico, y del terrestre ó de larga vista, microscopio simple, microscopio solar, microscopio compuesto: Telescopios: el de Herschel, el de Newton, el de Gregory y el de Cassagrein. Linterna mágica.

Leccion 43.

Meteorología, clases en que los antiguos dividian los meteoros, altura media del barómetro en un mes, en un dia y en un año. ¿La altura media del barómetro es la misma en todos los lugares? Límite de las variaciones accidentales. Variaciones horarias del barómetro en las regiones ecuatoriales y en nuestros climas. Causa principal de los cambios de temperatura del aire que se halla en la superficie de la tier-

ra, manera de determinar la temperatura media de un lugar, temperatura media de un mes, de un dia y de un año. ¿De qué depende la temperatura media de un lugar? Línea isotherma, zona isotherma. ¿Qué es necesario tener presente para adquirir idea del clima de un pais?: division de los climas. Temperatura en el interior de la tierra independiente del calor solar, hipótesis sobre el calor propio del globo.

Leccion 44.

Cantidad de lluvia en diversas alturas y diferentes lugares, pluvímetro ó udómetro: rocio, su formacion, nieblas y nubes, su formacion, causa de la lluvia, escarcha, su formacion: granizo: ¿estan acordes los fisicos en el modo de esplicar su formacion? Nieve, su formacion.

Leccion 45.

Vientos: su formacion, su velocidad y fuerza, manera de medir la velocidad de los vientos, mangas ó torbellinos terrestres, estragos que causan los vientos, vientos periódicos, vientos alíseos, brisas, huracanes: vientos cardinales, laterales, semivientos, cuartas. Electricidad atmosférica: idea de Franklin sobre la manera de arrebatar la electricidad á las nubes, ege-

cutada por Dalibard y por otros físicos: medio de que se sirvió Romas: esplicacion del relámpago y del rayo: sitios sobre los cuales cae con preferencia el rayo, efectos que produce en los animales este meteoro, choque de retroceso: manera de conocer si el aire está electrizado, causas que contribuyen á electrizarlo. Pararayos: su eficacia para impedir la caida del rayo, comunicacion de todos los cuerpos metálicos del edificio con el pararayos: aparato que nos demuestra el fenómeno del rayo.

Leccion 46.

Nociones de Química.

Idea de la Química, cuerpos simples y compuestos: ventajas de la nueva nomenclatura química: nombres de los simples y de los compuestos en general: reglas particulares para la denominacion de los ácidos, de las bases, de los compuestos neutros y de las sales. Combinacion, atraccion molecular ó atómica, afinidad, causas que pueden modificar esta fuerza, análisis, síntesis

Leccion 47.

Equivalentes químicos, division de los cuerpos simples en metales y metaloides. Propiedades que caracterizan al oxígeno, su estraccion: esperimento que prueba el papel importante que representa este gas en la combustion: teorias sobre esta combinacion. Caracteres del hidrógeno, estraccion, aparatos que pueden emplearse para formar agua, mezcla detonante. Caracteres del carbono, los del diamante, los del grafito ó plombagina, los de la antracita: estraccion del carbon, sus propiedades y usos.

Leccion 48.

Descubrimiento del fósforo, sus caracteres, estraccion y usos. Caracteres del azufre, estraccion y usos. Caracteres del cloro, estraccion y usos: combinacion del cloro con el hidrógeno, formacion del agua clorurada. Caracteres del yodo, estraccion y usos: afinidad del yodo por el almidon, tinta simpática que descubre la tintura de yodo.

Leccion 49.

Caracteres del azoe, estraccion y usos. Elementos que entran en la composicion del aire

atmosférico: pruebas de que este contiene oxígeno, azoe, agua y gas ácido carbónico. Propiedades químicas del aire: aparato que sirve para probar que contiene 21 partes de oxígeno y 79 de azoe. Papel que representa el aire en la combustion y respiracion. Pruebas de que el agua está compuesta de oxígeno é hidrógeno: aparato que sirve para recomponer el agua: propiedades físicas y químicas de este líquido. Prueba de que el aire disuelto en el agua tiene mas oxígeno que el de la atmósfera. Destilacion del agua: papel interesante que representa el agua en la naturaleza.

Leccion 50.

Idea de los metales: secciones en que los divide Mr. Thenard: metales alcalinos y terreos: metales acidificables y oxidificables. Platina: sus caracteres, manera de existir en la naturaleza, lugares donde se halla, estraccion y usos. Caracteres del oro, su manera de existir, terrenos en que se halla, estraccion y usos. Caracteres de la plata, su manera de existir, sus aleaciones, terrenos en que se hallan los minerales de plata, sus mas ricas minas, estraccion y usos. Caracteres del mercurio, su manera de existir, terrenos en que se halla, sus minas principales, estraccion y usos.

Leccion 51.

Caracteres del cobre, su manera de existir, punto de donde vienen las variedades mas hermosas. Caracteres del niquel, su manera de existir. Caracteres del plomo: su manera de existir, terrenos en que se encuentra. ¿Abundan en nuestro suelo las minas de plomo? Caracteres del estaño, su manera de existir, terrenos y partes del mundo en que se encuentra. Caracteres del hierro, su manera de existir, terrenos en que se halla. Caracteres del zinc, su manera de existir, terrenos en que se halla. Caracteres del cobalto y su manera de existir.

Leccion 52.

Idea de los óxidos: ¿pueden estos pasar á ser ácidos. Secciones en que se dividen los óxidos. Idea de los ácidos, sus propiedades y division. Sales: idea de las neutras, ácidas y alcalinas, sus caracteres principales. Propiedades de algunas de las sales mas útiles, como la sal marina, el salitre ó nitrato de potasa, el yeso ó sulfato de cal, la alúmina, el carbonato de cal y el fosfato de cal. Elementos de las materias orgánicas. ¿Cómo sucede que un corto número de elementos produce tan gran número de materias orgánieas.

No habiéndose publicado una obra que se limite á tratar de un modo elemental los capítulos comprendidos en este programa, con el mismo órden que yo los presento, arreglándome estrictamente al publicado por la Direccion general de instruccion pública, en 1.° de Agosto de 1846; se deja conocer lo enojoso de la tarea que ocupará á los profesores, cuando traten de desarrollar convenientemente sus respectivos programas. Por lo que toca á los alumnos la dificultad es de mayor peso. Cursando simultáneamente con la Fisica otras cuatro asignaturas, á saber: Moral y Religion, Lógica, nociones de Historia natural y egercicios prácticos de Retórica y Poética, se impone sobre sus hombros un peso superior á sus fuerzas, no poniéndoles en las manos una obra en la que encuentren lo mas esencial de la ciencia presentado con el mismo órden que las doctrinas con que el profesor los ilustra en la cátedra. Estudiar un capítulo de aquel tratado, dos párrafos del otro capítulo, seis líneas de este párrafo y cuatro del inmediato; he aquí el improbo trabajo que se impone á los jóvenes, cuando la esplicacion se arregla al programa, y la obra de testo se halla muy distante de seguir este órden. Tarea es esta, que si abruma considerablemente á los que frecuentan con mejores disposiciones el Santuario de las ciencias, acaba por reducir á la inaccion á los de limi-

tado talento y escasa aplicacion, objetos muy dignos de mi atencion mas esmerada.

En vista de esto, decidido á allanar á mis discípulos las sendas del saber, tomé desde el primer año que me cupo el honor de estar al frente de esta cátedra las medidas siguientes.

1.ª Dar por escrito á mis discípulos el dia antes de la esplicacion un resumen de ella, exactamente arreglado al programa de la Direccion general de Instruccion pública, recomendándoles lo tomasen de memoria.

2.ª Darles tambien por escrito los puntos que debia abrazar la leccion: estos puntos forman sn esqueleto, y son los que van anotados en el catálogo que antecede.

3.ª Esplicar ampliamente la leccion de que ya habian adquirido una idea general en el resumen que tenian escrito y aprendido. La esplicacion ha durado generalmente la hora y media de clase, no omitiendo observacion ni esperimento que contribuir pudiera á inspirar hacia ella un vivo interés.

4.ª Exigir que el dia despues de haberse esplicado la leccion, al que he llamado *de repaso,* llevasen á cátedra sus lecciones redactadas con toda la estension que yo les habia dado en mis esplicaciones.

5.ª Pedir estas lecciones á algunos de ellos, tenerlas á la vista la hora y media qne duraba el repaso, corregirlas y hacer sobre e-

llas las observaciones convenientes.

El Todo poderoso, (cuyo nombre venerando ha resonado en mi clase mas de una vez, para admirar las obras de sus manos) se ha dignado bendecir mis esfuerzos, pues los he visto coronados con un éxito feliz. Todos los dias de repaso he disfrutado goces muy satisfactorios, al ver que fructificaba la semilla preciosa del saber, de un modo superior á mis esperanzas. Se han disputado unos á otros mis queridos discípulos la gloria de complacer á su Catedrático, presentando las lecciones mas bien redactadas; y el que ha tenido el honor de descorrerles una parte del velo que les ocultaba las grandes escenas de la naturaleza, no puede menos de consignarles en este lugar un voto de gracias, por los dias de gloria que le han proporcionado.

Muy razonable es, que habiéndome producido tan ventajosos resultados las indicadas medidas, las adopte tambien para el curso escolástico que inauguramos en este dia.

Con el objeto de evitar los errores en que solian incurrir los alumnos al copiar la parte mas esencial de mis lecciones, ó sea su resumen, he determinado que se imprima á continuacion de este programa, pudiendo servir de este modo para que los de menos alcances puedan tomar de memoria lo mas general de la ciencia y salir con algun lucimiento y á poco trabajo

de los compromisos de exámenes y grados. Cimentados así en los fundamentos, podrán leer con fruto el *Curso elemental completo de Física esperimental* por D. Fernando Santos de Castro, y los capítulos correspondientes de los *Elementos de Química por Bouchardat, traducidos por D. Gregorio Lezana y D. Juan Chavarri*, obras que tengo adoptadas para testo, y de las que me he servido para formar dicho resumen.

Jerez de la Frontera 1.° de Octubre de 1848.

DR. FERNANDO SANCHEZ Y RIVERA.

RESUMEN

de las lecciones de

FÍSICA ESPERIMENTAL.

Leccion 1.

Prolegómenos. Llámanse ciencias físicas en general las que tienen por objeto el estudio de los seres cuya vasta reunion componen el universo. Comprendense bajo este nombre la física, química, astronomía, meteorología é historia natural,

Física es la ciencia que nos dá á conocer las propiedades generales y particulares de los cuerpos y los efectos que producen en ellos los agentes ó fuerzas de la naturaleza.

Química es la ciencia que nos enseña la com-

posicion de los cuerpos y la accion íntima y recíproca de sns moléculas.

Astronomía es la ciencia que trata del conocimiento de los cuerpos celestes.

Meteorología es la ciencia que nos esplica los diversos fenómenos que se verifican en la atmósfera.

Historia natural es la ciencia que tiene por objeto el conocimiento, descripcion y clasificacion de todos los cuerpos existentes en la tierra y que se hallan bajo el dominio de nuestros sentidos.

Diversas maneras de estudiar la física. Puede estudiarse la física teórica y esperimentalmente: ya por medio de la analisis, ya por la sintesis, ya por la analogía.

Cuerpo, materia, propiedades y caracteres. Llámase cuerpo todo lo que puede producir alguna impresion en nuestros sentidos.

Por materia entendemos aquello de que se hace alguna cosa.

Llámase propiedad al diferente modo con que los cuerpos obran en nuestros sentidos.

Denomínase carácter una nota marcada que indica la diferencia entre dos ó mas seres ó cuerpos.

Observacion, esperimento, esperiencia. Entendemos por observacion la inspeccion de algun efecto producido por la naturaleza sin que en su produccion hayamos tenido parte alguna.

Esperimento es una operacion en la que, sirviéndose el hombre de su industria produce ó

al menos procura producir un efecto que antes no existia.

Esperiencia es el hábito que resulta de la constante aplicacion á repetir y variar los esperimentos.

Propiedades generales de los cuerpos. Las propiedades generales de los cuerpos son las siguientes: estension, figurabilidad, impenetrabilidad, porosidad, divisibilidad, compresibilidad, dilatabilidad, elasticidad.

Llámase estension la propiedad que poseen los cuerpos de tener partes fuera de partes. La estension tiene siempre tres dimensiones: que son longitud, latitud y profundidad.

Figurabilidad es la propiedad que se halla en todos los cuerpos de tener siempre una figura cualquiera, es decir, la disposicion ú orden que toman entre si las superficies que terminan el volumen de los cuerpos.

Llámase masa de un cuerpo la cantidad de materia de que se compone: volumen la mayor ó menor parte del espacio que ocupa esta materia.

Impenetrabilidad es la propiedad que tienen los cuerpos de oponer resistencia á cualquiera otro que tiende á ocupar el lugar en que están colocadas sus partes.

Los fenómenos que prueban la impenetrabilidad de los cuerpos en los tres estados son numerosísimos, y han proporcionado aparatos notables: tales son entre ellos la cuba hidro-pnen-

mática, y la campana llamada de buzos ú orinatoria.

Leccion 2.

Porosidad. Llámase porosidad aquella propiedad de los cuerpos en virtud de la cual dejan ciertos espacios vacíos de su propia sustancia entre sus mismas moléculas.

La cantidad de poros de un cuerpo se conocerá hallando la diferencia entre el volumen real y el aparente. Pero no habiendo en la naturaleza cuerpo alguno que no tenga poros no podemos determinar la cantidad absoluta de materia que contiene si no es estableciendo relaciones con un cuerpo dado. Este cuerpo es el agua destilada; y las diferentes relaciones que tienen con ella los demás cuerpos bajo un mismo volumen se llaman densidades: asi pues, la densidad de un cuerpo es igual á la suma de partes que contiene bajo un volumen determinado; por consiguiente, un cuerpo es mas denso cuanto mayor número de partes contiene bajo un mismo volumen.

Las piedras de sillería ó de construccion que se emplean porque su porosidad no las inutiliza para este uso son las siguientes:

Calizas por su abundancia y dureza.

Areniscas, aunque no tan buenas como las anteriores, se emplean en Egipto y en Ginebra.

Granito mucho mas duradero, pero mas dificil de trabajar, aunque cuando se saca de la cantera ó se moja no lo es tanto.

Labas: las hay excelentes para construccion y para piedras de molino: en esta clase se pueden colocar los peperinos de Roma.

Pizarras: rara vez se emplean para construccion; pero sí se usan en Génova para cubrir.

Los monumentos monolitos de Egipto existen desde tiempo inmemorial.

Los carbones, especialmente el de boj, y algunos minerales, especialmente la espuma del mar absorven los gases; y la cantidad de gas absorvido depende de la temperatura, de la presion, de la naturaleza del gas, de la naturaleza del cuerpo absorvente, del número de poros, del diámetro de ellos y del vacío.

Segun una memoria de Teodoro de Seausure el carbon puede condensar	Amoniaco. .	90 veces su volumen.
	Acido cloro hídrico. . .	25
	Oxígeno.	9,25
	Azoe.	7,5
	Hidrógeno.	1,75

En esta propiedad del carbon se funda su uso en los filtros para purificar las aguas corrompidas y quitarles el mal olor, aunque nunca se destruye el germen de putrefaccion. La propiedad decolorante la posee en mas alto grado el carbon animal. En Tolosa para purificar las aguas del rio las hacen atravesar por un filtro que contiene capas de cascajo y de arena de cuatro pies de espesor cada una. Una superficie de este filtro de 12,87 pies cuadrados clarifica en 24 horas 924 pies cúbicos de agua.

Los medios que emplean las artes para aumentar la porosidad son mecánicos y químicos: entre los primeros se hallan la trituracion y la perforacion; y entre los segundos la mezcla de algunas sustancias que pueden disolverse ó volatilizarse al fuego.

La marga ó tierra que sirve para fabricar las alcarrazas de Andujar se compone de sílice 1|3, cal 1|3; alúmina y óxido de hierro componen lo restante. Los fabricantes suelen añadir 1|20 de sal para aumentar la porosidad.

Los medios que emplean las artes para disminuir la porosidad todos son mecánicos.

Leccion 3.

Divisibilidad. Llámase divisibilidad la propiedad que tienen los cuerpos de permitir que sus moléculas se separen las unas de las otras. La divisibilidad de la materia no tiene límites si la consideramos abstractamente; pero si la consideramos fisicamente es muy de presumir que los tenga, porque todavía no existe fenómeno alguno por el cual podamos asegurar que la materia es divisible hasta el infinito. Pero lo que podemos asegurar es que así la naturaleza como los procederes mecánicos nos presentan ejemplos de divisibilidad asombrosa, como se manifiesta por los datos siguientes.

Los globulillos de la sangre humana tienen de diámetro en lineas. . . . . 1|300

Una hebra de pelo de cabra. . . 1|400

Por el método de Wolaston se obtienen hilos de platina cuyo diámetro es 1|2400

Se elaboran hojas de oro tan delgadas que se necesitan 360000 para componer el grueso de una pulgada.

Compresibilidad. Llámase compresibilidad la propiedad que tienen todos los cuerpos de reducirse de volumen cuando obra sobre ellos una fuerza contraria á la que tiene separadas sus

moléculas.

La observacion y la esperiencia nos hacen conocer que todos los cuerpos son compresibles, á pesar de que algunos como los metales y las piedras no lo parecen á primera vista.

Dilatabilidad. Dilatabilidad es la propiedad que tienen los cuerpos de aumentar su volumen por la accion del calor.

Elasticidad. Es la propiedad que tienen los cuerpos de recobrar su volumen primitivo cuando despues de comprimidos cesa la fuerza comprimente.

Cuerpos sólidos. Se llaman asi los que, como la madera y los metales, están compuestos de partes mas ó menos adherentes, y que por consecuencia no pueden ser separadas sino por un esfuerzo mas ó menos considerable.

Cuerpos líquidos. Tienen este nombre aquellos que, como el agua y el mercurio, están formados de partes que, conservando una cierta adherencia, deslizan facilmente las unas sobre las otras, y toman la forma de los vasos que los contienen.

Cuerpos aeriformes. Con este nombre se designan los que, como el aire y el hidrógeno tienen sus partícnlas dotadas de una estrema movilidad, y se hallan en un estado contínuo de repulsion, siendo el caracter principal que los distingue su estremada compresibilidad.

Inercia. Es la incapacidad que tiene la ma-

teria de pasar del estado de quietud al de movimiento, ó del de movimiento al de quietud. Fuerza de inercia se llama á la tendencia de los cuerpos por conservar el estado en que se hallan, ya sea de quietud, ya de movimiento.

Atraccion. Es la fuerza que solicita las partículas de los cuerpos á unirse las unas con las otras.

Movilidad. Por movilidad se entiende la propiedad que poseen los cuerpos de poder ser trasportados de un sitio á otro.

Leccion 4.

ESTÁTICA Y DINÁMICA.

Llámase Estática la parte de la Física que se ocupa de los fenómenos pertenecientes al equilibrio de los cuerpos: y Dinámica la que se ocupa de los fenómenos pertenecientes á los cuerpos en movimiento.

Consideraciones generales sobre el equilibrio y movimiento.

Se dice que un cuerpo está en equilibrio cuando, aunque solicitado por varias fuerzas que actuan en distintas direcciones, permanece en reposo porque aquellas se destruyen mutuamente.

Movimiento es la variacion de relaciones de situacion de un cuerpo respecto á los que le rodean, y que consideramos como fijos. El mo-

vimiento puede ser absoluto y relativo.

Llámase fuerza á toda causa capaz de hacer esperimentar á los cuerpos un cambio, haciéndolos pasar del estado de quietud al de movimiento, ó del de movimiento al de quietud.

Composicion y descomposicion de fuerzas.

Llámase *resultante* á una fuerza de intensidad y direccion determinada, capaz de reemplazar á todas las que actuan sobre un cuerpo. Llámanse *componentes* las fuerzas que actuan sobre un cuerpo cuando se consideran con relacion á la resultante.

Composicion de fuerzas es la operacion en virtud de la cual dadas las componentes se averigua su correspondiente resultante. Descomposicion de fuerzas es la operacion en virtud de la cual dada la resultante se averiguan sus componentes.

Cuando muchas fuerzas actuan siguiendo la misma recta y en el mismo sentido, la resultante es evidentemente igual á su suma. Cuando las fuerzas actuan en la direccion de una misma recta, y en sentidos diversos, se determina la suma de las que van en un sentido, y de las que van en el opuesto, siendo la resultante final igual á la diferencia de las dos sumas, y actuando en el sentido de la mayor.

La resultante de dos fuerzas que forman ángulo está representada en direccion y magnitud por la diagonal del paralelógramo cons-

truido sobre las intensidades de las fuerzas.

La resultante de dos fuerzas paralelas que se dirigen en un mismo sentido pasa por entre los puntos de aplicacion de las componentes, es igual á su suma y paralela á las mismas.

Leccion 5.

Movimiento uniforme: su velocidad. Movimiento uniforme es el que lleva un móvil cuando corre espacios iguales en tiempos iguales.

La velocidad en el movimiento uniforme es el espacio corrido en la unidad de tiempo.

En el movimiento uniforme el espacio es igual á la velocidad multiplicada por el tiempo. Dem. Para que un cuerpo corra un espacio es necesario que la velocidad se repita todos los momentos de tiempo que emplee en correrlo; pero como repetir un número las veces que indica otro se llama multiplicarlo, resulta que multiplicando la velocidad por el tiempo se tiene el espacio corrido.

Fuerza instantánea es aquella que obra en un momento y despues no continua: llámase contínua aquella cuya accion no cesa: la fuerza contínua toma el nombre de constante cuando siempre continua obrando con la misma intensidad.

Llámase movimiento uniformemente variado el que engendran las fuerzas constantes. En este

movimiento la velocidad que adquiere sucesivamente el móvil es proporcional al tiempo, y el espacio corrido es proporcional al cuadrado del tiempo.

Movimiento absoluto es la variacion de relaciones de situacion de un cuerpo respecto á todos los del universo: movimiento relativo es la variacion de relaciones de situacion de un cuerpo respecto á algunos solamente.

Cantidades de movimiento. Las cantidades de movimiento son como los productos de las masas por sus correspondientes velocidades.

Comunicacion del movimiento entre masas no elásticas.

En el choque de los cuerpos pueden presentarse tres casos: 1.° cuando un cuerpo en movimiento choca á otro que está en reposo: 2.° cuando un cuerpo en movimiento choca á otro que marcha en la misma direccion: y 3.° cuando se chocan dos cuerpos que se mueven en direccion contraria.

Leccion 6.

Efectos generales de la gravedad. Llámase gravedad ó pesantéz á una fuerza que obra indistintamente y de la misma manera sobre todos los cuerpos, y que los hace caer hácia el centro de la tierra.

Puede demostrarse esperimentalmente que la

gravedad comunica igual velocidad á todos los cuerpos.

Direccion de la gravedad. La direccion de la gravedad es la línea que siguen los cuerpos cuando descienden al centro de la tierra. Esta línea llamada vertical es perpendicular al horizonte ó á la superficie de las aguas tranquilas del mar.

Leyes de las caidas de los cuerpos. Las leyes de la caida de los cuerpos son las mismas que hemos enunciado al hablar del movimiento uniformemente variado.

La exactitud de estas leyes se demuestra por medio del plano inclinado de Galileo y por el aparato de Atwod.

Leccion 7.

Peso de los cuerpos. Llámase peso de un cuerpo á la resultante de todas las acciones que la gravedad egerce sobre las moléculas que le constituyen.

Este peso que podemos llamar absoluto varia en los cuerpos segun están colocados en el ecuador ó en los polos, por que la intensidad de gravedad que es la causa del peso es menor en el ecuador que en los polos.

Centro de gravedad. Llámase centro de gravedad aquel punto por el que siempre pasa, cualquiera que sea la posicion en que el cuer-

po se coloque, la resultante de todas las acciones que la gravedad egerce sobre él.

El equilibrio de un cuerpo solicitado solo por la accion de la gravedad puede ser estable ó inestable. Se llama equilibrio estable el que conserva un cuerpo que puede volver á adquirir por sí solo su posicion, aunque se le varíe un poco: es equilibrio inestable el que tiene un cuerpo que no puede recuperar su posicion una vez que la ha perdido.

La condicion general para el equilibrio de los cuerpos solicitados únicamente por la accion de la gravedad es que la vertical tirada por el centro de gravedad pase por la base.

Definicion de la masa y de la densidad. La masa de un cuerpo es la reunion de todas las partículas materiales que le constituyen.

La densidad de un cuerpo, que tambien se llama peso específico, es la cantidad de materia que encierra bajo la unidad de volumen, ó lo que es lo mismo, la relacion de su peso con su volumen.

Balanza. Las condiciones que deben concurrir en una balanza para que con ella se pueda pesar con exactitud son: 1.ª los brazos en que el eje divide al fiel han de ser rigorosamente iguales en longitud y peso: 2.ª tener suficiente movilidad, y 3.ª que el punto de apoyo del eje y los puntos en que están suspendidos los platillos se hallen en una misma línea horizontal.

Movimiento de rotacion de los cuerpos. El movimiento de rotacion ó circular no es otra cosa que un movimiento en línea recta contínuamente interrumpido, porque el cuerpo que está animado de él se halla impelido por dos fuerzas: una instantánea y otra contínua que actuan en distintas direcciones.

Fuerzas centrales. Llámanse asi aquellas dos fuerzas opuestas que actuan sobre todo cuerpo animado de un movimiento de rotacion, de las cuales la una intenta separarlo del centro al rededor del cual se mueve, y la otra tiende á unirlo con él.

Las leyes de las fuerzas centrales son las siguientes.

1.ª Las fuerzas centrífugas de dos cuerpos iguales en masa y cuya revolucion se hace en tiempos periódicos iguales á diversas distancias del centro son entre sí como estas distancias.

2.ª Las fuerzas centrífugas de dos cuerpos que se mueven con una misma velocidad y cuyas distancias al centro son iguales, son entre sí como las masas de estos cuerpos.

3.ª Las fuerzas centrífugas de dos cuerpos cuyos tiempos periódicos son iguales y sus masas están en razon inversa de sus distancias al centro son iguales.

Leccion 8.

Leyes de las oscilaciones del péndulo. Pén-

dulo simple y compuesto. Péndulo es un peso suspendido de un hilo y móvil al rededor de un punto fijo. El péndulo puede ser simple y compuesto. El simple se compone de un punto material pesado, suspendido de un hilo inestensible y sin peso, móvil al rededor de un punto. El péndulo compuesto consta de uno ó muchos cuerpos suspendidos de un hilo, que se considera tambien sin peso.

Dos son las leyes de las oscilaciones del péndulo. 1.ª La duracion de las oscilaciones, cuando son pequeñas es independiente de su amplitud.

2.ª La duracion de una oscilacion está en razon directa de la raiz cuadrada de la longitud del péndulo.

Llámase centro de oscilacion en un péndulo compuesto aquel punto que, colocado entre las moléculas mas próximas y las mas lejanas al punto de suspension, se halla animado de un movimiento que no es acelerado ni retardado, y por tanto oscila como si estuviese libre.

Longitud del péndulo es la distancia que hay desde el punto de suspension al centro de oscilacion.

Aplicaciones del péndulo. El péndulo se emplea para determinar la diferente intensidad de la gravedad en diferentes puntos del globo, la figura de la tierra, y la densidad media de este planeta.

Leccion 9.

Máquinas. Se llama máquina todo instrumento destinado á trasmitir la accion de una fuerza á un cuerpo. Las máquinas se dividen en simples y compuestas. Se llaman simples aquellas que pueden considerarse como los elementos de las demás, y compuestas las que resultan de la combinacion de dos, tres ó mas simples.

Equilibrio en las máquinas. En toda máquina inventada y por inventar se verifica que la potencia multiplicada por el camino que anda es igual á la resistencia multiplicada por el camino que anda: esta es la ley general del equilibrio en toda máquina.

Máquinas simples. Se colocan entre ellas la palanca, el plano inclinado, la polea, el torno, el tornillo, la cuña y algunas otras; pero todas pueden reducirse á tres: que son, el plano inclinado, la palanca y las cuerdas.

Plano inclinado. Se llama plano inclinado á una máquina simple que consiste en un plano que forma con el horizonte un ángulo que no es recto. La ley del equilibrio en esta máquina es la siguiente: la potencia es á la resistencia como la altura del plano es á su longitud.

Palanca. La palanca, matemáticamente considerada, es una vara inflexible y sin peso, recta ó curva y móvil al rededor de un pun-

to, que se llama punto de apoyo. Tres géneros de palanca se distinguen. Se llama de primer género aquella en que el punto de apoyo está en medio; y la potencia y la resistencia en los estremos: de 2.° género si la resistencia está en medio, y de 3.° si se halla en medio la potencia.

Cuerdas ó máquinas funiculares. Son unos cuerpos largos, flexibles, á veces simples, pero mas generalmente compuestos de muchos cordones formados por la union de hilos de diversas materias. La resistencia que nace de la rigidéz de las cuerdas es proporcional 1.° á los pesos que sostienen, 2.° á sus diámetros, y 3.° está en razon inversa de los diámetros de los cilindros sobre que se enrollan.

Leccion 10.

Máquinas compuestas. Polea. Es un plano circular, de madera ó de metal, móvil sobre un eje que está sostenido en una chapa. El plano circular tiene en el espesor de su circunferencia una muesca ó garganta que recibe una cuerda.

La polea puede ser fija y móvil; se llama fija cuando no tiene mas movimiento que el de rotacion sobre su eje, y móvil cuando, además de este movimiento de rotacion, tiene otro de traslacion.

La ley del equilibrio en la polea móvil es la siguiente: la potencia es á la resistencia como el radio es al diámetro.

Llámase polipasto ó trócula á una porcion de poleas móviles unidas entre sí.

Se calcula el peso que sostendrá un polipasto multiplicando la potencia por el doble del número de poleas movibles.

Ruedas dentadas. Son las que tienen dientes diversamente colocados, ya en su circunferencia, ó ya perpendicularmente á sus radios. Generalmente se coloca sobre el eje de la rueda dentada otra rueda de un diámetro pequeño que se llama piñon. En la rueda dentada la potencia es á la resistencia como el radio del piñon al radio de la rueda, y en un sistema de ruedas dentadas, la potencia será á la resistencia como el producto de los radios de los piñones es al producto de los radios de las ruedas.

Torno ó Cabria. Se llama torno á un cilindro ó gran rueda que gira sobre su ege mantenido por dos puntos fijos. En el torno la potencia es á la resistencia como el radio del eje es á la palanca ó radio de la gran rueda. El torno se llama cabria cuando el eje tiene una posicion horizontal, y se llama cabrestante cuando el ege tiene una posicion vertical.

Cric ó gato. El cric es una máquina compuesta de una caja que contiene una barra ó regla con dientes, que engranan en un piñon,

movido por medio de un manubrio. En el cric la potencia es á la resistencia como el radio del piñon es á la longitud del manubrio.

Cuña. La cuña es un prisma triangular de madera ó de metal, que sirve para cortar, hender ó separar las partes de un cuerpo. La parte mas gruesa se llama *base* ó *dorso*, y la mas estrecha *punta* ó *corte*. La cuña puede ser simple y doble: simple es aquella cuyo perfil puede representarse por un triángulo rectángulo, y doble la que se representa por dos triángulos rectángulos unidos por uno de sus lados, ó bien por un triángulo isósceles. En la cuña simple la potencia es á la resistencia como el dorso de la cuña es á su altura; pero en la compuesta la potencia es á la resistencia como la mitad de la base de la cuña es á su altura, ó bien como la base es al doble de la altura.

Tornillo ó rosca. El tornillo se compone de dos piezas principales, que son el tornillo propiamente dicho y la tuerca ó matriz. El tornillo es un cilindro de madera ó de metal rodeado de un borde saliente en forma de espiral: este borde se llama filete, y la distancia de uno á otro filete se llama paso. La tuerca es un trozo de madera ó de metal que tiene un agujero circular cuyas paredes están rodeadas de un borde saliente en forma espiral, y sobre el cual puede girar el tornillo acomodándose sus filetes mútuamente. En el tornillo la potencia

es á la resistencia como el paso del tornillo es á la circunferencia que describe la potencia.

Leccion 11.

HIDROSTÁTICA É HIDRODINÁMICA.

Se llama hidrostática la parte de la fisica que trata de la gravedad y equilibrio de los líquidos y el modo de obrar de los sólidos sumergidos en ellos: hidrodinámica es la parte de la fisica que trata del movimiento de los líquidos.

Principio de la igualdad de presion. Este principio se enuncia así: los líquidos trasmiten igualmente y en todos sentidos las presiones que se egercen sobre un punto de su masa ó de su superficie.

Condiciones del equilibrio en los líquidos. 1.ª La superficie libre de un líquido es perpendicular á la direccion de la gravedad que lo solicita. 2.ª Una molécula cualquiera en el interior de una masa líquida en equilibrio, debe necesariamente esperimentar en todos sentidos presiones iguales y contrarias. 3.ª Las superficies que separan líquidos de diferentes densidades son horizontales y paralelas.

Presiones verticales y laterales. Puede demostrarse por el raciocinio y la esperiencia que las partículas de un líquido contenido en un vaso egercen presiones hácia arriba, hácia abajo

y hácia los lados.

La presion vertical de arriba abajo es igual á la de una columna líquida cuya base sea la del vaso que contiene el líquido, y la altura la del nivel de este.

La presion vertical de abajo arriba aumenta con la profundidad de las capas líquidas. En un punto dado de un plano horizontal la presion de abajo arriba es igual á la de arriba abajo, y este esfuerzo es igual al peso de una columna líquida que tuviera por base la porcion de superficie que consideramos, y por altura la del nivel sobre esta superficie.

La presion lateral obra siempre en direccion perpendicular á las paredes del vaso y es igual al peso de una columna líquida vertical que tenga por base la parte que se considera comprimida y por altura su distancia al nivel.

Centro de presion. Se llama asi el punto de aplicacion de la resultante de todas las presiones elementales, y se halla siempre colocado por debajo del centro de gravedad.

Leccion 12.

Equilibrio de los líquidos homogéneos en vasos que se comunican.

Puede demostrarse por la razon y esperimentalmente que para que haya equilibrio en los líquidos homogéneos colocados en vasos co-

municantes es necesario que el nivel de aquellos se encuentre en un mismo plano horizontal en los diferentes vasos:

El nivel de agua está fundado en la propiedad que tienen los líquidos homogéneos contenidos en vasos comunicantes de elevarse á la misma altura en todos ellos.

La prensa hidráulica se funda tambien en el equilibrio de los líquidos en vasos comunicantes, y en el principio de igualdad de presion.

Cuando dos líquidos hetereogéneos están contenidos en vasos comunicantes las alturas de las columnas líquidas que se equilibran se hallan en razon inversa de sus densidades.

Cuando están contenidos en un mismo vaso varios líquidos de diferente densidad se colocan de modo que los mas densos ocupan la parte inferior.

Principio de Arquímedes. Todo cuerpo sólido sumergido en un líquido pierde una parte de su peso igual al peso del volúmen de fluido que desaloja.

La exactitud de este principio puede demostrarse por el raciocinio y la esperiencia.

Leccion 13.

Determinacion de las densidades en los cuerpos sólidos y líquidos.

Se llama densidad al peso de un cuerpo con

relacion á su volumen.

La densidad de los sólidos puede hallarse por medio de la balanza hidrostática y del frasco tapado. Para hallarla por el primer método se pesa el cuerpo en el aire, y despues dentro del agua destilada: la diferencia de estos dos pesos nos da el peso de un volumen de agua igual al del sólido: con estos datos se forma la proporcion P : P' : : 1 : x: esto es; P peso del volumen de agua desalojada es á P' peso del sólido en el aire, como 1 gravedad específica del agua destilada es á x gravedad específica del sólido.

Para hallar la densidad por el segundo método se pesa un frasco tapado al esmeril exactamente lleno de agua destilada, y se anotan las pesas necesarias para equilibrarlo: despues además del frasco se coloca sobre el platillo de la balanza el cuerpo cuya densidad se quiere determinar: las pesas que deban añadirse al otro platillo para que haya equilibrio indican el peso de este sólido: despues se introduce dentro del frasco y desalojará un volumen de agua igual al suyo. Se pesa de nuevo el frasco enjugándolo cuidadosamente, y veremos que es necesario quitar del otro platillo algunas pesas que nos indican el peso del líquido desalojado, y estamos en el caso de formar la proporcion como en el caso anterior.

La densidad de los líquidos se averigua por dos métodos análogos.

Areómetros de volumen constante y de peso constante. Se da el nombre de areómetros á ciertos aparatos flotantes destinados á medir las densidades relativas de los cuerpos ó las proporciones en que se hallan mezcladas ciertas sustancias.

Estos aparatos se fundan en el principio de Arquímedes, porque este tiene lugar tambien en los cuerpos sólidos flotantes ó que sobrenadan en los líquidos.

Se distinguen dos clases de areómetros: 1.° de volumen constante: y son aquellos que siempre se sumergen hasta el mismo punto necesitando diferentes pesos para introducirse hasta él en diferentes líquidos: 2.° de peso constante: y son aquellos que teniendo siempre un mismo peso se sumergen mas ó menos en los diferentes líquidos.

Uso de las tablas de las gravedades específicas. Tanto en las ciencias como en las artes y en el comercio hay necesidad de consultar frecuentemente las tablas de las gravedades específicas: por medio de las tablas podremos conocer el peso absoluto de un cuerpo de gran mole con tal que nos sea conocido su volumen; para ello bastará multiplicar la densidad que buscarémos en las tablas por volumen que calcularemos geométricamente. Podremos del mismo modo conociendo el peso y la densidad de un cuerpo determinar su volumen sin mas que dividir el peso por la densidad.

Leccion 14.

Fluidos elásticos. Se llaman asi aquellos cuerpos cuyas moléculas dotadas de una estrema movilidad se hallan en un estado contínuo de repulsion: tal es el aire atmosférico. Sus principales caracteres son la espansibidad ó elasticidad, y la compresibilidad.

Por medio de la esperiencia puede demostrarse que el aire es pesado del mismo modo que los demás cuerpos.

Galileo demostró que el aire era pesado inyectando en un frasco cuya boca estaba provista de una gran cantidad de este gas; habiendo cerrado la llave equilibró esta vasija en una balanza: abrió la llave y habiendo salido el aire que introdujo observó se necesitaban ya menos pesas para que hubiera equilibrio: las pesas que fué preciso quitar le indicaron el peso del aire que habia salido.

El Padre Marsenne tambien demostró el peso del aire.

Los gases egercen presiones de arriba abajo, de abajo arriba y lateralmente.

Leccion 15.

Barómetro. Es un instrumento que sirve para indicar las variaciones del peso de la atmósfera por medio de una columna de mercu-

rio que se equilibra con otra de aire atmosférico. Este aparato fué inventado por Torricelli, discípulo de Galileo.

Construccion del barómetro. Se prefiere el mercurio para construir el barómetro 1.° por su gran densidad, 2.° porque es muy poco volatil, 3.° porque no moja al cristal, y 4.° porque puede obtenerse en todos tiempos en el mismo grado de pureza.

La construccion del barómetro abraza los puntos siguientes: 1.° eleccion del tubo y circunferencias que debe tener: 2.° preparacion ó purificacion del mercurio: 3.° llenar el tubo y hervirle: 4.° graduacion de la escala: 5.° modo de leerla.

Los barómetros presentan tres causas de error en su uso: 1.ª las variaciones de nivel en la cubeta: 2.ª la capilaridad: 3.ª la variacion de peso del mercurio por las alteraciones de la temperatura. La 1.ª se hace desaparecer usando cubetas de diámetro de gran dimension con relacion al tubo, ó bien poniendo á la cubeta un fondo de piel movible por medio de un tornillo. La 2.ª se puede corregir empleando tubos de grueso calibre, ó sirviéndose de las tablas que han formado los fisicos. La 3.ª se corrige teniendo presente que el mercurio se dilata por cada grado de temperatura 1|5550.

Especies de barómetros. En cuanto á la forma se distinguen dos especies de baróme-

tros: 1.ª los de cubeta: 2.ª los de sifon. Los de la 1.ª especie consisten en un tubo recto ó de Torricelli sumergido en una pequeña cubeta que contenga mercurio; y los de la 2.ª en un tubo recurvo cuyas ramas tienen el mismo diámetro.

Medicion de alturas por el barómetro. Supuesto que la columna barométrica desciende á medida que elevamos el barómetro en la atmósfera, y asciende á medida que lo hacemos descender, claro es que puede servir este instrumento para medir alturas: aquel lugar será mas elevado en el que la columna barométrica se eleva menos y vice versa, siendo iguales todas las demás circunstancias.

Ley de Mariotte. Se enuncia así: los volúmenes ocupados por una masa determinada de gas, á una temperatura constante, están en razon inversa de las presiones que sostienen.

La esperiencia demuestra la exactitud de esta ley.

Leccion 16.

Manómetros. Son unos instrumentos destinados á medir la tension de un gas por medio de la columna líquida con la cual puede equilibrarse ó del peso que puede levantar. Distínguense tres especies, que son, manómetro abierto, manómetro cerrado y válvula de seguridad.

Máquina neumática. Es un instrumento destinado á producir el vacío en un espacio dado, ó al menos un enrarecimiento considerable del aire que contiene. La manera de estraer el aire en esta máquina se funda en la elasticidad de los gases.

La máquina de compresion es muy semejante en su construccion á la neumática, pero como está destinada, no á estraer el aire, sino á reunir en un recipiente gran cantidad de él, las válvulas del émbolo y del cuerpo de bomba se abren de una manera inversa.

Escopeta de viento. Se compone de una culata hueca y metálica que lleva en una de sus estremidades una válvula que se abre de fuera adentro. Una bomba de inyeccion de aire puede atornillarsele y condensar en ella una gran masa de este fluido. Luego que la culata se halla así cargada, se quita la bomba, que se reemplaza por el cañon, en el que se introduce la bala con sus tacos correspondientes. Oprimiendo un resorte unido al cañon, se hace abrir la válvula, el aire sale con fuerza y lanza á lo lejos el proyectil.

Las fuentes de compresion están fundadas en la elasticidad del aire.

Leccion 17.

Propiedades de los sólidos sumergidos en

los líquidos. Un sólido sumergido en un líquido está sometido á presiones de arriba abajo, de abajo arriba y laterales. Las presiones laterales siendo iguales y contrarias se destruyen y queda el cuerpo sometido á las presiones de arriba abajo y de abajo arriba: el exceso de esta sobre aquella es lo que se llama empuje del líquido.

Cuando el peso del cuerpo es igual al empuje del fluido, el cuerpo no puede caer ni elevarse, pero solo queda en equilibrio cuando su centro de gravedad queda en la misma vertical que el del empuje, porque no basta que dos fuerzas sean iguales y contrarias para el equilibrio; es necesario además que actuen siguiendo una misma recta.

Cuerpos flotantes. Cuando el peso del sólido es menor que el empuje del líquido flota aquel sobre la superficie de este.

Todos los cuerpos que bajo un volumen determinado pesan menos que un volumen igual de un líquido, pueden flotar en la superficie de este.

Los cuerpos mas densos pueden flotar sobre todos los líquidos: basta darles una forma tal, que tengan un pequeño peso bajo un gran volumen. Lo mismo puede conseguirse uniendo los cuerpos muy densos con los de una débil densidad.

El principio de Arquímedes se verifica tam-

bien en los cuerpos flotantes como puede demostrarse por la razon y esperimentalmente.

Aplicacion del principio de Arquímedes á los fluidos elásticos. Puede demostrarse por medio del *baráscopo* y sirviéndonos del raciocinio que el principio de Arquímedes tiene lugar tambien en los sólidos sumergidos en los fluidos elásticos.

Los globos areostáticos son una aplicacion de este principio. Un globo se compone de una envoltura flexible de papel ó de tafetan engomado, que tiene una forma esférica, y cuya parte superior se cubre de una red de cuerdas, á la cual se suspende la barquilla en que va el areonauta, el lastre y los instrumentos de observacion.

Mezcla de los fluidos elásticos. Los fluidos elásticos se mezclan indistintamente sin obedecer las leyes de Hidrostática, segun las cuales los líquidos se colocan de modo que los mas pesados ocupan la parte inferior de los vasos que los contienen. Los esperimentos que pueden hacerse con distintos gases nos hacen conocer que no obedecen de modo alguno esta ley demostrada para los líquidos en Hidrostática.

Leccion 18.

Teorema de Torricelli sobre la salida de los líquidos.

Cuando se hace un orificio en el fondo ó en la pared lateral de un vaso lleno de líquido se observan los fenómenos siguientes: 1.° las moléculas líquidas correspondientes al orificio son las primeras que salen: 2.° á estas siguen no solo las que estaban encima sino las que le rodean por todas partes: 3.° el líquido se dirige todo al orificio por todas partes y llega á él sucesivamente por direcciones mas ó menos oblicuas: 4.° la superficie superior del líquido va bajando horizontalmente y paralela á si misma, cuya circunstancia se llama paralelismo de las capas: 5.° cuando ya es pequeña la altura del líquido sobre el orificio la superficie se deprime hácia este punto y el fluido lateral corre hácia él para conservar su nivel: 6.° finalmente cuando esta afluencia no es bastante pronta y abundante se forma una cavidad en forma de embudo cuyo vértice se dirige hácia el centro del orificio, y el líquido acaba de salir lamiendo los bordes.

Las moléculas líquidas al salir por un orificio tienen la misma velocidad que si cayesen libremente en el vacio de una altura igual á la del nivel por cima del centro del orificio.

Esta ley que se demuestra por la esperiencia es el fundamento de toda la hidrodinámica.

Continuacion de la vena fluida. Fuera del vaso se observa que la vena fluida no llena enteramente el orificio, y que esta contraccion que

esperimenta va creciendo hasta la distancia del semi-diámetro del orificio.

Surtidores. Llámase surtidor todo aparato destinado á elevar el agua al través de la atmósfera. Los obstáculos que se oponen á que el agua se eleve en el surtidor á la altura del depósito son: 1.° la resistencia del aire: 2.° las moléculas mismas del agua que al bajar chocan con las que suben: 3.° el rozamiento del agua con las paredes del orificio y con los tubos de conduccion.

Leccion 19.

Sifones. Se llama sifon á un tubo recurvo de brazos desiguales que sirve para trasvasar los líquidos en virtud de la presion atmosférica.

Las diferentes interrupciones de la salida del agua en la fuente intermitente se esplican tambien por la presion atmosférica.

Bombas. Son unos aparatos destinados á elevar el agua, ya por efecto de la presion atmosférica como sucede en la aspirante; ya en virtud de la impenetrabilidad de los líquidos y de la propiedad que tienen de trasmitir sus presiones en todas direcciones como sucede en la impelente. Hay tres clases de bombas, la aspirante, la impelente y la mista.

Leccion 20.

Calórico. Damos el nombre de calórico á un fluido elástico, imponderable, sumamente sutil, que penetra todos los cuerpos con la mayor facilidad, y que se supone ser la causa de todos los fenómenos del calor.

Dos sistemas se han imaginado para esplicar los fenómenos del calor: el de la emision ó de Newton y el de las ondulaciones ó de Descartes. En el sistema de la emision el calórico es un fluido material, aunque imponderable, cuyas moléculas infinitamente sutiles son arrojadas por los cuerpos en todas direcciones con una velocidad inmensa, y que combinándose con las moléculas ponderables de la materia en cantidades variables, determina en ella diversos grados de calor.

El sistema de las ondulaciones está fundado sobre dos hipótesis: 1.ª que todo el espacio vacío y aun el de los poros de los cuerpos están llenos de un fluido eminentemente sutil é imponderable que se llama éther: 2.ª que las moléculas de los cuerpos no están nunca en reposo unas respecto á otras, sino que oscilan constantemente al rededor de una posicion de equilibrio que no pueden alcanzar. El calórico resulta segun esta hipótesis del movimiento ondulatorio comunicado al éther por las vibraciones de las moléculas materiales, y la intensidad del calórico depende de la rapidéz y amplitud de

estas vibraciones.

La observacion y la esperiencia nos hacen conocer que el calor dilata todos los cuerpos.

Construccion de los termómetros. La construccion de un buen termómetro abraza los puntos siguientes: 1.° eleccion del líquido termométrico: 2.° eleccion del tubo: 3.° precauciones para llenarlo de mercurio: 4.° fijar los términos de la escala, es decir, el punto de fusion del yelo y el del agua hirviendo, con las precauciones que exije este último.

La escala de Reaumur está dividida en 80 partes: la del centígrado en 100 y la de Farenheit en 212. El cero de la escala del centígrado corresponde á 32 de la de Farenheit, de modo que desde este punto al superior está dividida en 180 partes.

Leccion 21.

Medida de la dilatacion de los sólidos, líquidos y gases. Dos especies de dilatacion se distinguen en los sólidos, que son la lineal ó en longitud, y la cúbica ó en volumen. Puede demostrarse que el coeficiente de dilatacion cúbica es siempre triple del coeficiente de dilatacion lineal.

Hay diferentes métodos para hallar la dilatacion lineal, la que triplicada nos da la dilatacion cúbica; pero tambien puede esta deter-

minarse inmediatamente, sin averiguar primero la lineal.

En los líquidos hay dos clases de dilatacion, una que llamaremos real ó absoluta, y es el aumento de volumen de un líquido independientemente del vaso que lo contiene, y otra aparente que es el aumento sensible del volumen de un líquido contenido en un sólido que se dilata simultáneamente con él. El físico tiene medios para determinar una y otra, y para ello determina primero la dilatacion aparente y la absoluta del mercurio.

Gay-Lussac se ha servido de un aparato sumamente sencillo é ingenioso para determinar la dilatacion de los gases y ha deducido 1.° que bajo una presion constante el aire y todos los gases secos, simples ó compuestos, se dilatan una misma fraccion de su volumen por una elevacion igual de temperatura.

2.° Su dilatacion es uniforme desde 0 á 100° y aumentan por un grado del termómetro 1|267 ó bien 0,00375 de su volumen á 0.

Determinacion de la densidad de los gases. Dos métodos son los principales que se conocen para determinarla: el 1.° consiste en pesar un balon vacío por medio de la máquina neumática, y despues lleno succesivamente de aire y del gas cuya densidad se busca, y en dividir despues el peso del gas por el del aire.

El 2.° se emplea en los gases que atacan la

llave del balon. En este caso debe tomarse un frasco de cristal tapado al esmeril cuya capacidad se determina preliminarmente pesándolo primero vacio y despues lleno de agua. La diferencia de estos pesos dará el peso del agua y su volumen. Se pesa despues alternativamente el frasco lleno de aire seco y del gas cuya densidad queremos determinar; y se divide el peso de este por el de un volumen igual de aire.

Son necesarias muchas circunstancias para la exactitud de esta operacion: los gases deben estar muy secos, debe notarse cuidadosamente la temperatura del gas y de la atmósfera en el momento de la operacion, como tambien la presion atmosférica.

Calórico radiante. Su reflexion. Cuando el calórico obedece á sus fuerzas naturales y se halla libre del obstáculo que los cuerpos oponen á su marcha se llama calórico radiante: en este caso se propaga en todas direcciones, y á su manera de propagarse se da el nombre de radiacion. El aire no influye de manera alguna en la trasmision del calórico á distancia, pues se propaga tambien del mismo modo al través del vacio.

Cuando un rayo de calórico cae sobre una superficie pulimentada refleja en un plano normal á la superficie, formando el ángulo de incidencia igual al de reflexion.

Leccion 22.

El calórico se propaga en los sólidos de mólécula á molécula. La irradiacion del calórico de molécula á molécula en los líquidos es muy débil, pues que la propagacion del calórico en esta clase de cuerpos es debida casi enteramente á las corrientes que se establecen en su masa.

La trasmision del calórico en los gases se verifica del mismo modo que en los líquidos.

Poderes emisivos, absorventes y reflectantes. Se llama poder emisivo la propiedad que tienen los cuerpos en igual temperatura de emitir al esterior una cantidad de calórico mayor ó menor segun la naturaleza de su materia y el grado de pulimento de su superficie.

La propiedad que tienen los cuerpos de reflejar ó absorver una porcion mayor ó menor del calórico que cae en su superficie constituye el poder reflectante y el absorvente.

Equilibrio de temperatura. Cuando dos cuerpos desigualmente calientes están colocados en un mismo lugar se verifica entre ellos un cambio mútuo y constante de rayos caloríficos; pero como los rayos perdidos por el cuerpo caliente son mas intensos que los que recibe, y además los rayos caloríficos recibidos por el cuerpo frio son mas enérgicos que los que desprende, se sigue de aqui que la temperatura del 1.° debe bajar por grados hasta que ha-

ya equilibrio de temperatura.

Reflexion aparente del frio. Fundándose en el equilibrio de temperatura se prueba que no existen rayos frigoríficos, como se habia creido, y por tanto no hay reflexion del frio.

Conductibilidad de los cuerpos para el calor. Los cuerpos se dividen respecto á la mayor ó menor facilidad con que conducen el calor en buenos y malos conductores. Los metales son buenos conductores; las maderas malas conductoras, y mucho mas en sentido trasversal.

Los líquidos propagan tambien el calor; pero son muy malos conductores.

Los gases son acaso los mas malos conductores del calor; pero se calientan muy pronto por otras causas.

Leccion 23.

Variacion del estado de los cuerpos por la accion del calor.

Cambio de un sólido en líquido y vice versa. Acumulándose el calórico en el interior de un cuerpo sólido produce un efecto contrario á la fuerza de cohesion separando mas y mas las moléculas de dicho cuerpo hasta hacerlas adquirir la movilidad de los líquidos, y el sólido se funde.

Si despues de fundido un cuerpo se baja progresivamente su temperatura volverá al es-

tado sólido, siendo de notar que la temperatura de solidificacion es generalmente constante en cada cuerpo, y que el cuerpo al solidificarse desprende toda la cantidad de calórico latente que habia absorvido para liquidarse.

Calórico latente. Llámase así la cantidad de calor que recibe un cuerpo para pasar del estado sólido al estado líquido, ó de este al aeriforme y no es sensible al termómetro.

Mezclas frigoríficas. Llámase mezcla frigorífica á la reunion de diferentes cuerpos que tienen afinidad entre sí, y de los cuales al menos uno es sólido. Puede suceder que en el contacto de estos cuerpos el sólido ó los sólidos se fundan y necesitando para esto una cantidad de calor la toman de los cuerpos con quienes están en contacto y los dejan mas ó menos frios.

Capacidad de los cuerpos para el calórico. Llámase calórico específico la cantidad de calor necesario para elevar un grado la temperatura, de la cantidad de masa de los cuerpos. Capacidad de un cuerpo para el calor es la propiedad que cada cuerpo posee de tener un calórico específico particular.

Tres métodos son los que principalmente conducen á determinar la capacidad de los cuerpos para el calor: á saber, la mezcla de cuerpos que están á diferentes temperaturas, la liquidacion del yelo, y el tiempo que emplean di-

ferentes cuerpos en enfriarse.

Leccion 24.

Paso del estado líquido al estado de vapor. La fuerza repulsiva del calórico acumulado en un líquido llega á vencer la fuerza con que sus moléculas están débilmente adheridas y las pone en aquel estado de repulsion que caracteriza á los fluidos aeriformes, y he aqui el líquido reducido á vapor.

Algunos líquidos se reducen á vapor aun á la temperatura ordinaria. La cantidad de vapor que se forma cuando un líquido está encerrado en un espacio varía con este, con la temperatura y con la naturaleza del líquido.

Formacion de los vapores en el vacío. Los líquidos volátiles se reducen á vapor en el vacío mas rápidamente que al aire libre, porque faltándoles en este caso la presion atmosférica no hay obstáculo que se oponga á la tendencia que estos tienen á volatilizarse.

Máximo de la fuerza elástica de los vapores. Se dice que un vapor está en su máximo de densidad cuando el espacio en que se halla encierra toda la cantidad del mismo que contener puede.

Medida de la fuerza elástica en diferentes temperaturas. Esta investigacion es de la mayor importancia para la solucion de un gran

número de problemas del mayor interes.

Ebulicion, calor latente. Llámase ebulicion la formacion de vapores que se verifica por la accion del calor en todos los puntos de la masa líquida: cuando este fenómeno solo se verifica en la superficie se llama evaporacion.

Las causas que concurren á variar el punto de ebulicion de un líquido son: 1.ª la naturaleza del líquido: 2.ª la naturaleza del vaso: 3.ª las sustancias que contiene el líquido en disolucion: 4.ª la presion esterior.

Un termómetro sumergido en el líquido que hierve manifiesta que la temperatura permanece constante mientras dura la ebulicion. Esto prueba que todo el calórico que recibe se emplea en verificar la transformacion del líquido en gas, y que despues pasa al vapor en estado de calórico latente.

Condensacion. A medida que un vapor desprende el calórico que hizo latente para constituirse en este estado se condensa, hasta que habiéndolo desprendido todo se reduce al estado líquido. Tambien aumentando la presion se verifica la condensacion de los vapores. Los líquidos se condensan tambien por el desprendimiento del calor.

Leccion 25.

Idea de los principios en que está fundada

la construccion de las máquinas de vapor. Las máquinas de vapor que hoy se usan no se fundan en el efecto que produce la salida de este fluido aeriforme, sino en la fuerza elástica que desarrolla.

Las máquinas de vapor pueden ser de simple y de doble efecto, y tanto unas como otras pueden tener condensador ó no tenerlo, y pueden ser tambien de alta y baja presion.

Barcos de vapor. Caminos de hierro. En los buques de vapor el movimiento del piston se comunica al balancin; despues este movimiento se convierte en movimiento de rotacion y se comunica á las ruedas que armadas de paletas son las que en último resultado producen el movimiento de traslacion del buque.

Una máquina locomotiva se compone de una caldera y de dos máquinas de vapor de alta presion y sin condensacion. Este conjunto se coloca sobre un cuadro ó caja horizontal, de madera ó de hierro, que descansa sobre los ejes de dos ó tres pares de ruedas. El movimiento de los émbolos comunicado á las ruedas por medio de maniguetas las hace tomar el movimiento de rotacion.

Leccion 26.

Mezcla del vapor con las gases. Aumento de la fuerza elástica que resulta de esta mez-

cla. Si en un vaso se mezcla un gas con un vapor, la fuerza elástica de la mezcla es igual á la fuerza elástica del vapor mas la del gas. Está demostrado que en un espacio lleno de gas se forma tanto vapor como en un espacio vacio, y esta cantidad es siempre proporcional al espacio y á la temperatura.

Higrometría. Llámase asi aquel tratado de la fisica cuyo objeto es determinar la cantidad de vapor de agua contenido en el aire á una temperatura cualquiera.

Se entiende por estado higrométrico del aire la relacion de la cantidad de vapor de agua que este aire contiene á una temperatura dada, con la que contendria á igual temperatura si estuviera saturado.

Se llama higrómetro todo instrumento propio para dar á conocer la cantidad de humedad que contiene el aire ó un gas cualquiera. Todos los higrómetros que se conocen se reducen á dos clases principales que son: los higrómetros de saturacion y los de absorcion.

Fuentes del calor. Las principales fuentes del calor son la insolacion, el calor propio del globo, las combinaciones químicas, los cambios de estado de los cuerpos, las corrientes eléctricas, la percusion, el frotamiento y la compresion de los gases. Los fisiólogos admiten tambien como causa del calor animal las fuerzas órgánicas diferentes de las fuerzas químicas y fisicas.

Calor humano. La temperatura interior del cuerpo humano es la misma en todos los órganos, é igual á la que se obtiene colocando un termómetro por bajo de la lengua y cerrando la boca. Esta temperatura es de 37° del centígrado, sin que el estado de salud ó de enfermedad, la edad y el clima produzcan mas que diferencias muy ligeras. Además de la respiracion que es la causa principal del calor animal deben reconocerse otras: tales son la digestion, el movimiento de composicion y descomposicion que se verifica en todos los órganos en el acto de la nutricion, las diversas secreciones que se verifican en distintas partes de nuestro cuerpo. el egercicio, el movimiento y la accion enérgica del sistema nervioso.

Leccion 27.

Electricidad. Se da el nombre de electricidad á la propiedad que tienen ciertos cuerpos frotados, como el lacre, el succino y el vidrio; calentados como la turmalina, ó simplemente puestos en contacto como los metales, de atraer y repeler alternativamente los cuerpos ligeros, de arrojar chispas ó penachos luminosos, de hacer esperimentar conmociones mas ó menos fuertes al sistema nervioso y de producir la descomposicion de un gran número de cuerpos.

Desenvolvimiento de la electricidad por la friccion. Cuando se frota una barra de vidrio con un paño de lana, adquiere la propiedad de atraer los cuerpos ligeros, como el polvo, las barbas de pluma, pequeños trozos de papel ó de médula de sahuco. El azufre, el ámbar amarillo, el lacre y otras varias sustancias adquieren la misma virtud por la friccion. Este fenómeno de atraccion es debido á la electricidad.

Cuerpos conductores y no conductores de la electricidad. Los cuerpos se dividen en buenos y malos conductores de la electricidad respecto á la mayor ó menor facilidad con que conducen este fluido. Entre los cuerpos malos conductores se cuentan el vidrio, las resinas, la seda, la tierra seca, los ladrillos, las piedras, el carbon, los óxidos, los aceites y los gases secos. Entre los buenos conductores pueden citarse los metales, los hilos de lino, el agua, y los líquidos en general, el vapor de agua, y todas las sustancias húmedas.

Esperiencias en que se funda la hipótesis de los fluidos eléctricos. El péndulo de sahuco es repelido por el cuerpo que le ha comunicado la electricidad; pero si dicho péndulo ha tomado la electricidad del vidrio, es atraido por un trozo de resina electrizada: esto prueba que hay dos especies de electricidad, á saber: la del vidrio que se llama vítrea ó positiva, y la de la resina que se llama resinosa ó negativa: prue-

ba esto además que los fluidos eléctricos de un mismo nombre se repelen, y los de nombre diferente se atraen.

Electricidad por influencia. Electroscopos. Máquinas eléctricas. Se dice que un cuerpo electrizado obra por influencia sobre otro que se halle en el estado natural cuando este entra en la esfera de actividad eléctrica del primero, y su fluido natural se descompone, colocándose en el estremo próximo al cuerpo electrizado el fluido de nombre contrario al que este posee, y siendo repelido al estremo mas distante el fluido del mismo nombre. La electricidad por influencia sirve de base á la esplicacion de muchos aparatos notables, tales como los electroscopos y máquinas eléctricas.

Leccion 28.

Ley de las atracciones y repulsiones eléctricas. Las fuerzas eléctricas son proporcionales á las cantidades de electricidad, y están en razon inversa de los cuadrados de las distancias. Esta ley descubierta por Coulomb puede demostrarse por dos métodos, el uno fundado en las leyes de torsion, y el otro en las de las oscilaciones.

Distribucion de la electricidad en los cuerpos conductores. La electricidad solo ocupa la superficie de los cuerpos conductores, como pue-

de probarse por diferentes esperimentos.

Sobre una esfera conductora aislada, el espesor de la capa eléctrica es el mismo en todos los puntos de la superficie.

Prueba la esperiencia que el espesor de la capa eléctrica en un elipsoide está en su mínimum en los estremos del eje menor, y aumenta desde esta seccion media hasta las estremidades, en las que está en su máximum, y en ellas este espesor es tanto mas considerable cuanto mas prolongado sea el elipsoide.

Poder de las puntas. Un cuerpo conductor terminado en punta puede considerarse como el polo de un elipsoide infinitamente prolongado, en el que debe ser muy grande el espesor de la capa eléctrica: se concibe muy bien que siendo limitada la resistencia del aire que se opone á la salida del fluido eléctrico, este debe vencerla en las puntas por ser en ellas muy grande su tension: en esto consiste el poder de las puntas para dar salida á la electricidad.

Para que la luz eléctrica se presente es necesario que los fluidos se pongan en movimiento ó falte el equilibrio, y además que tengan una tension considerable.

Esta tension depende del estado, forma, y conductibilidad del medio en que se mueven los fluidos. Para multiplicar las luces ó chispas que dá una máquina basta multiplicar las soluciones de continuidad del cuerpo conductor por

donde se marcha la electricidad. En este principio están fundados todos los juegos de chispas eléctricas, tales como los tubos y los cuadros resplandecientes.

La luz eléctrica se difunde en el vacío en forma de rayos de fuego. A medida que se va dejando entrar el aire la luz se difunde menos; pero aumenta de intensidad. En el vacío barométrico se verifica el mismo fenómeno.

El color de la luz eléctrica varia con la naturaleza del gas en que se verifica la esplosion, con su fuerza elástica y con la naturaleza de los cuerpos entre quienes se verifica.

La luz eléctrica se ha esplicado por la compresion repentina del aire; pero verificándose el mismo fenómeno en el vacío no tiene lugar esta esplicacion. Podremos mirarla como inherente á la electricidad, desenvolviéndose proporcionalmente á la densidad de la capa que hace la esplosion.

Leccion 29.

Electricidades disimuladas. Llámase electricidades disimuladas los dos fluidos eléctricos positivo y negativo cuando están acumulados sobre dos caras opuestas de una lámina no conductora, colocada entre dos cuerpos conductores.

Condensadores. Se da el nombre de condensadores á ciertos aparatos destinados á con-

densar ó acumular una gran cantidad de electricidad en las dos caras opuestas de una lámina no conductora separada por dos planos conductores.

Botellas de Leyden. Baterías eléctricas. La botella de Leyden es un condensador en el que las páredes de una botella hacen las veces de lámina no conductora, y cuyos cuerpos conductores son los panes de oro en el interior, y el papel de estaño en el esterior.

La botella de Leyden toma el nombre de jarro eléctrico cuando está formada de un frasco de cristal de cuello ancho, cuyas dos superficies están cubiertas de hojas de estaño hasta una cierta distancia de sus bordes.

La batería eléctrica no es mas que una reunion de muchos jarros, cuyas armaduras interiores comunican todas entre sí, estando las esteriores en comunicacion tambien unas con otras.

Leccion 30.

Galvanismo. Desenvolvimiento de la electricidad por el contacto. Poniendo en contacto el médico Galvani por medio de un arco metálico los músculos y los nervios de una rana desollada y recienmuerta, observó en ella contracciones y movimientos, los cuales segun él decia provenian de un fluido particular (al que uego se llamó fluido galvánico), que acumula-

do en los músculos y en los nervios, constituia á este animal en una pequeña botella de Leyden, pronta siempre á descargarse, en la cual los músculos y los nervios eran los cuerpos conductores, y las partes grasas que los separan hacian las veces de lámina no conductora, y la descarga se verificaba en el momento en que se reunian por un arco conductor: el paso instantáneo de este fluido daba lugar segun Galvani á las conmociones observadas en el animal. Pero Volta hizo ver que estas contracciones eran debidas á la electricidad comun, que se desarrollaba en el contacto de los dos metales de que el arco estaba compuesto. Para ello se sirvió del electrómetro condensador: puso en contacto con su platillo inferior, que es de cobre, una lámina de zinc que estaba en comunicacion con el depósito comun, y tocó al mismo tiempo al disco superior con los dedos mojados: hecho esto cortó las comunicaciones de estos discos con el suelo, elevó el superior y observó que los panes de oro se pusieron divergentes. Conoció tambien que la causa de esta divergencia era la electricidad negativa, y que no se presentaba este fenómeno cuando la placa de zinc se sustituia por una de cobre.

Principios en que se funda la construccion de la pila voltaica. Modificacion de este aparato. Efectos que produce.

Volta dió el nombre de fuerza electromotriz

á la que nace del contacto de dos cuerpos heterogéneos, descompone contínuamente el fluido natural, hace pasar el fluido positivo sobre uno de los cuerpos, y el negativo sobre el otro.

La fuerza electromotriz descompone los dos fluidos naturales de los dos cuerpos heterogéneos puestos en contacto, y se opone á su recomposicion; pero da á cada uno de los metales que están en contacto una tension máximum, de manera que si los dos metales están aislados uno tendrá una tension máximum de electricidad positiva que representaremos por $+e$ y otro lo tendrá de electricidad negativa, y lo representaremos por $-e$; pero si uno de los metales comunica con el depósito comun, su tension eléctrica se hace nula y la del otro se hace doble, esto es $+2e$ ó $-2e$.

Fundado en estos principios construyó Volta su pila vertical, la que se ha modificado colocando los pares horizontalmente, constituyendo así la pila horizontal ó de arteza.

Hay pilas compuestas de un solo metal y un conductor, y se llaman secundarias porque no dan electricidad al menos que no se pongan sus polos en contacto con los de una pila fuerte.

Hay otra clase de pilas llamadas secundarias secas ó de Zamboni por que el conductor no es líquido: la tension de este aparato si no es permanente al menos es de gran duracion, pero su

facultad conductriz es muy pequeña: sus elementos se componen de dos discos de papel plateado por una cara, y cubierto por la otra de una capa de peróxido de manganeso mezclado con miel ó leche.

La pila de Volta produce efectos fisiológicos, caloríficos, químicos, mecánicos y magnéticos.

Leccion 31.

Magnetismo. Atraccion sobre el imán y el hierro. Existen en el seno y en la superficie de la tierra ciertas sustancias llamadas *imanes naturales* que tienen la propiedad de atraer al hierro, y de ser atraidas por este metal. La fuerza en virtud de la cual el imán atrae al hierro y vice-versa, se llama *fuerza magnética*, tomando el nombre de magnetismo la parte de la física que se ocupa de los fenómenos dependientes de esta fuerza.

Esperimentos en que se prueba que hay siempre dos polos al menos en un imán. No todos los puntos del imán atraen al hierro; hay en todo imán una línea que no egerce atraccion: esta llamada *línea media* separa los estremos que se denominan polos, en los que la fuerza magnética es mas enérgica que en ningun otro punto, como se prueba aproximando á ellos y á otros diferentes puntos del imán el péndulo magnético, que consiste en una esferilla de hierro

suspendida de un hilo.

Esperimentos en que se funda la hipótesis de dos fluidos magnéticos. Para esplicar los fenómenos magnéticos se supone la existencia de un fluido imponderable compuesto de otros dos fluidos elementales ó secundarios, que residen á un tiempo en el mismo imán, de los cuales el uno domina en uno de los polos y el otro en el polo opuesto: cada uno de estos fluidos obra por repulsion sobre sí mismo, y por atraccion sobre el contrario. Esto se prueba esperimentalmente aproximando un imán á una aguja imantada colocada sobre un soporte, de manera que pueda moverse libremente, y se observa que el polo N. del imán obra por repulsion sobre el polo N. de la aguja, y por atraccion sobre el S.

Leccion 32.

Declinacion é inclinacion. Numerosas observaciones nos hacen conocer que el globo terrestre obra sobre los agujas imantadas como si fuera un verdadero imán cuya línea media estuviese situada cerca del ecuador, y cuyos polos se hallasen próximos á los de rotacion. El polo magnético del hemisferio que habitamos se llama boreal, el del hemisferio opuesto austral. Por un efecto del magnetismo terrestre sucede que una aguja imantada móvil al rededor de un eje vertical que pase por su centro de gra-

vedad, se coloca por sí misma en una posicion siempre fija, la que recobra por medio de oscilaciones cuando la ha perdido por alguna causa: esta posicion fija es lo que se llama direccion de la aguja imantada.

Se llama meridiano magnético de un lugar el plano vertical que pasa por la direccion de la aguja imantada móvil al rededor de un eje vertical, ó lo que es lo mismo por los dos polos magnéticos del globo. El ángulo que forma este plano con el meridiano astronómico se llama *declinacion*.

Una aguja imantada móvil al rededor de un eje horizontal que pase por su centro de gravedad, se halla sometida á una fuerza que le impone una direccion fija á la cual vuelve constantemente cuando se le separa de ella: esta direccion no es horizontal; la aguja asi dispuesta forma cuatro ángulos con el horizonte, y el menor de ellos se llama inclinacion cuando el plano en que se mueve coincide con el meridiano magnético.

En la superficie de la tierra hay una série de puntos en los que la aguja toma una posicion horizontal: la curva formada por estos puntos se llama ecuador magnético.

Idea de las brújulas. Se llama brújula todo aparato á propósito para medir la declinacion ó la inclinacion. La brújula de declinacion tiene en su mitad una piedra dura para apoyarse

sobre un eje vertical, al rededor del cual debe moverse, señalando diferentes grados en un círculo. La brújula de inclinacion se mueve al rededor de un eje horizontal señalando diferentes grados en un círculo colocado verticalmente.

Procedimientos para magnetizar. Basta colocar una lámina magnética en contacto de un imán para que adquiera sus propiedades. Este método de imantar recibe el nombre de directo, y se aplica por simple y por doble contacto. El primero que empleó el doble contacto fué Sknight.

Para imantar barras muy gruesas se emplea el método de Aepinus que solo se diferencia del anterior en que las barras forman un ángulo de 15° á 20° y en el modo de hacerlas resbalar sobre la barra que se quiere imantar.

Leccion 33.

Electro-Magnetismo. Esperimentos que demuestran la accion de las corrientes en los imanes, y la accion de las corrientes en las mismas.

Las corrientes eléctricas egercen sobre los imanes accion directiva, accion atractiva y repulsiva, y accion revolutiva.

Accion directiva. Si á uno de los estremos del alambre que establece la comunicacion en-

tre los dos polos de la pila se aproxima una aguja imantada móvil al rededor de un eje vertical, esta se desviará del meridiano magnético en diferentes sentidos que podrán anunciarse segun la regla siguiente. Si se supone un hombre colocado en el interior del alambre conductor de modo que la corriente vaya de sus pies á su cabeza, pasando del polo positivo al negativo, y suponemos además que este hombre tenga vuelto el rostro hácia el lado de la aguja, esta será desviada siempre de tal modo que el polo austral se dirija á la izquierda de este hombre por la accion de la corriente. La nueva posicion que toma la aguja será perpendicular á la del alambre si el magnetismo terrestre no contraría su accion inclinando la aguja á volver al plano de su meridiano: para probarlo basta fijar la aguja imantada sobre un eje, al cual se da la direccion de la aguja de inclinacion.

Accion atractiva y repulsiva. Cuando se presenta á la aguja imantada el alambre conductor de modo que sus direcciones sean perpendiculares entre sí, y el polo austral de la aguja esté á la izquierda de la corriente, esto es, en la posicion que deben tomar en virtud de su accion mútua el alambre conductor y el iman, estos se atraen recíprocamente. Para que esta accion se verifique es menester que la perpendicular que mide la mas corta distancia en-

tre el alambre y la aguja imantada caiga entre los dos polos de esta; porque, como ha observado Mr. Ampere, si la línea cayese sobre el polo mismo la accion seria nula, y si cayese mas allá habria repulsion.

Accion resolutiva. Si se dispone una aguja imantada de modo que se mantenga flotante en un baño de mercurio, y se hace descender la corriente á lo largo de ella se le vé girar sobre si misma. Si el polo austral está hácia arriba, la rotacion se verifica del este al oeste, pasando por el mediodia; y el sentido de la rotacion cambia si se pone el polo boreal del del iman en la parte superior, ó si se cambia la direccion de la corriente eléctrica.

Accion de las corrientes en las mismas. Dos corrientes eléctricas se atraen cuando se dirigen paralelamente en el mismo sentido, y se repelen cuando sus direcciones paralelas son opuestas. Lo mismo se verifica cualquiera que sea el ángulo que formen los dos alambres, de suerte que siempre hay atraccion cuando las corrientes van alejándose ó aproximándose al vértice del ángulo formado por los dos alambres, y repulsion en el caso en que una vaya aproximándose á dicho vértice y la otra alejándose. Estas leyes son un resultado de las repetidas esperiencias hechas con los aparatos convenientes.

Construccion y uso del multiplicador. El multiplicador se compone de una caja de ma-

dera sobre la que se enrosca un alambre de cobre rodeado de seda, cuyas dos estremidades están libres en una estension de uno ó dos pies. En el centro de esta caja se suspenden dos agujas imantadas, dispuestas de tal modo que sus ejes sean paralelos, y sus polos contrarios estén en frente. Entre las dos agujas se coloca un disco horizontal de laton ó de otra materia, cuya circunferencia se divide en 360°. Este aparato se usa para descubrir los mas pequeños vestigios de una corriente eléctrica, debidos á una causa cualquiera.

Modo de producir las corrientes termo-eléctricas. Para producir las corrientes termo-eléctricas basta formar un circuito de diferentes barras metálicas soldadas entre sí, y elevar la temperatura de una de las soldaduras: tambien se producen estas corrientes en ciertas circunstancias, aun cuando el circuito esté formado por un solo metal.

Descripcion del termo-multiplicador. Consta el termo-multiplicador de dos partes esenciales: 1ª. una pila termo-eléctrica, que constituye propiamente el cuerpo termoscópico: 2.ª un multiplicador ó galvanómetro de dos agujas, que es el índice del instrumento.

La pila se compone de cincuenta pequeñas barras de antimonio y bismuto, soldadas unas á otras alternativamente, de manera que formen una cadena continua, cuyas piezas coloca-

das en filas paralelas, formen un solo haz prismático. Las barras están separadas por una materia aislante. Este conjunto está cubierto por un circulo de cobre que está aislado de las barras, y la 1.ª y la última de estas llevan un alambre de cobre que viene á terminar en dos clavijas que atraviesan el circulo de cobre sin comunicar con él. Por esta disposicion las soldaduras impares 1, 3, 5, &c. se hallan todas á un mismo lado en un plano paralelo al del anillo de cobre, y forman una de las caras de la pila; las soldaduras pares 2, 4, 6, &c. están vueltas al lado opuesto, y forman la 2.ª cara. Para sustraer este instrumento á la accion del calórico radiante de los cuerpos que le rodean, se encierra en dos tubos cuyas superficies esteriores están pulimentadas, y las interiores ennegrecidas, y cuyas estremidades pueden abrirse ó cerrarse á voluntad. Para poner este instrumento en actividad basta hacer comunicar las clavijas con las estremidades del galvanómetro, y por el desvio de la aguja se conoce la intensidad de la corriente.

Leccion 34.

Acciones moleculares. Capilaridad. Ascenso y depresion de los líquidos en los tubos capilares, y otros efectos de la capilaridad.

Todos los cuerpos de la naturaleza tienden

á aproximarse en virtud de una fuerza universal á la que Newton llamó *atraccion* que toma los nombres de *gravitacion* cuando obra entre los cuerpos celestes, de *gravedad* cuando se egerce entre la tierra y los cuerpos sublunares, y de *atraccion molecular* cuando se egerce entre las moléculas de los cuerpos y á distancias imperceptibles.

La atraccion molecular puede dividirse en cohesion, afinidad y adhesion. Se llama cohesion la fuerza que une las moléculas homogéneas de un cuerpo y se opone á su separacion. Afinidad es la atraccion que se egerce entre las moléculas heterogéneas de un cuerpo compuesto. Adhesion es la fuerza que une las superficies de dos cuerpos homogéneos ó heterogéneos que se ponen en contacto.

La adhesion de los cuerpos sólidos con los líquidos da origen á una serie de fenómenos particulares y muy notables, que se conocen con el nombre de *fenómenos capilares*, llamándose *capilaridad* la fuerza que los produce.

Los principales fenómenos que se refieren á la capilaridad son los siguientes.

1.° Si se sumerge en el agua un cilindro de cristal, se observa que al retirarlo queda una gota del líquido adherida á la estremidad que se ha sumergido.

2.° Si se sumerge en una masa líquida un cuerpo susceptible de ser mojado, se ve el lí-

quido levantarse al rededor de las paredes esteriores de este cuerpo formando una especie de anillo cóncavo, cuyo espesor aumenta desde el círculo superior que es el límite de su elevacion, hasta su base en que la curbatura del líquido se confunde con la superficie plana que termina las partes qne le rodean; pero si el cuerpo sumergido no es susceptible de mojarse por el líquido, este se deprime al rededor del cuerpo formando una superficie convexa. Esta elevacion ó depresion del líquido segun que moja ó no moja al cuerpo sumergido, es mucho mas notable en los tubos estrechos, que se denominan *capilares*.

La altura de las columnas líquidas elevadas ó deprimidas en un mismo tubo varía con la naturaleza del líquido y con la temperatura; pero es independiente de la naturaleza del tubo y del espesor de sus paredes. La presion atmosférica no egerce influencia sobre los fenómenos capilares. Lo que influye es el diámetro de los tubos y la forma en que termine la superficie líquida: respecto á la primera causa es un hecho que las elevaciones ó depresiones están en razon inversa de los diámetros: respecto á la segunda ha deducido Laplace de su bella teoría los resultados siguientes: 1.° cuando un líquido está terminado por una superficie cóncava la accion propia que egerce sobre sus moléculas es menor que cuando es plana: 2.° cuando está ter-

minado por superficie convexa dicha accion es mayor que cuando es plana. 3.° Si la curva en que termina la superficie es una porcion de esfera la accion está en razon inversa del radio.

4.° Si dicha curva no es una porcion de esfera, la accion depende de la semi suma de las acciones de dos esferas cuyos radios son el máximo y mínimo radio de curvatura en el punto en que la accion se considera.

Muchos fenómenos se esplican por la capilaridad: entre ellos se cuentan la elevacion del aceite en las mechas de las lámparas, el ascenso de la savia en las plantas, la absorcion de los liquidos por las sustancias porosas, la *endósmose* y las atracciones y repulsiones de los cuerpos flotantes.

Leccion 35.

Elasticidad. Llámase asi la propiedad que poseen los cuerpos de recobrar sus formas y dimensiones primitivas cuando la fuerza que las habia modificado cesa de actuar.

La elasticidad se desenvuelve en los cuerpos 1.° cuando se los comprime: 2.° cuando se les somete á una traccion y 3.° cuando se les retuerce. De aqui tres clases de elasticidad; elasticidad de presion; elasticidad de tension y elasticidad de torsion. Los líquidos y los gases no poseen mas que la primera. Los gases son per-

fectamente elásticos: siempre recobran su volumen primitivo cuando cesa la fuerza comprimente. Los líquidos poseen como los gases una elasticidad perfecta, si bien su compresibilidad no es tan sensible como la de estos, segun resulta de muchos esfuerzos que han empleado los físicos para hacerla conocer.

Compresibilidad de los líquidos. Los académicos de Florencia hicieron en el siglo 17 diversas esperiencias infructuosas sobre la compresion del agua. Posteriormente se ocupó Boile de la misma investigacion sin obtener resultado satisfactorio. Canton fué el que demostró la compresibilidad de los líquidos en 1761. Mr. Oersted inventó en 1823 un aparato llamado piezómetro para medir la compresibilidad do los líquidos.

Compresibilidad de los sólidos. Los sólidos disminuyen tambien de volumen por la presion, y lo vuelven á recobrar cuando esta cesa; pero no gozan de una elasticidad perfecta. Cuando se comprimen los sólidos escediendo los límites de su elasticidad, sus moléculas conservan las nuevas posiciones adquiridas, y los cuerpos se hacen mas densos: asi sucede cuando se acuñan monedas ó medallas por el choque de un volante, ó bien cuando se someten los cuerpos á la hilera ó al laminado.

Elasticidad de tension y torsion. Cuando se egercen dos tracciones iguales á las estremidades de un hilo, ó bien cuando estando fija una

de las estremidades se egerce una traccion en la otra, las moléculas se alejan unas de otras y el hilo se alarga. Este aumento de longitud es proporcional á la traccion cuando no escede un cierto límite: cesando la traccion recobra el hilo su primera longitud cuando no ha escedido el límite de su elasticidad.

Para estudiar las leyes de la torsion de los hilos metálicos se los suspende por medio de unas pinzas de un sosteniente horizontal y se fija un peso á su estremidad inferior á fin de que permanezcan rectilíneos. Una aguja cuya estremidad recorre las divisiones de un cuadrante está unida á este peso. Si se hace girar la aguja al rededor de su posicion de equilibrio, se imprime una torsion al hilo, y cuando se le abandona á sí mismo tiende á recobrar su posicion primitiva, y como no llega á ella sin haber adquirido una cierta velocidad, la escede y ejecuta al rededor de la misma numerosas oscilaciones. Se llama ángulo de torsion el que produce un diámetro de la seccion inferior del hilo en virtud de la torsion con su posicion inicial; y fuerza de torsion la que es necesaria para producir este ángulo. El ángulo de torsion en una época cualquiera del esperimento, se mide por el que forma la direccion de la aguja con la posicion primitiva.

Las principales leyes de la torsion debidas á los esperimentos de Coulomb son las siguien-

tes. 1.ª Las oscilaciones de un hilo son isocronas con tal que su amplitud no esceda de cierto límite.

2.ª Las fuerzas y los ángulos de torsion son proporcionales.

3.ª Cuando una misma fuerza es aplicada á hilos de la misma naturaleza, los ángulos de torsion son directamente proporcionales á la longitud de los hilos, y recíprocamente á la cuarta potencia de sus diámetros.

Leccion 36.

Tenacidad. Llámase tenacidad á la resistencia que oponen algunos cuerpos á un esfuerzo cualquiera que tiende á interrumpir la continuidad de sus moléculas. Esta propiedad se puede ensayar de cuatro modos: 1.° por medio del choque: 2.° por un esfuerzo que obre perpendicularmente sobre la mayor superficie del cuerpo que se ensaya: 3.° por un esfuerzo que tienda á tronchar el cuerpo: 4.° por dos fuerzas tirando de los estremos del cuerpo en sentidos contrarios.

Comunicacion de las fuerzas en el choque de los cuerpos elásticos. Reflexion. Conviene distinguir dos tiempos para comprender los distintos fenómenos que nos presenta el choque de los cuerpos elásticos, el tiempo de la compresion y el de la restitucion. Considerando lo que su-

cede en ello observamos 1.° que mientras la compresion el cuerpo chocante pierde de su fuerza y el chocado adquiere á proporcion: 2.° que el cuerpo chocante pierde todavía de su fuerza mientras su restitucion, y el chocado adquiere por la suya: 3.° la compresion se ejecuta del mismo modo en los cuerpos elásticos que en los blandos, debe pues producir el mismo efecto sobre ambos: la fuerza del cuerpo chocante debe distribuirse mientras la compresion proporcionalmente á las masas; luego él perderá de su fuerza, y comunicará á proporcion al chocado. Ahora bien, la restitucion de las partes que se han dislocado mientras la compresion llama á estas partes á su primera situacion, y los cuerpos deben separarse uno de otro mientras el tiempo de su restitucion, pero no pueden hacerlo sin que el cuerpo chocante se aparte por una direccion contraria á la que conserva para moverse independientemente de la fuerza que ha perdido por la compresion, y el chocado no se haya apartado siguiendo la misma direccion que ha recibido del chocante. Como suponemos los cuerpos perfectamente elásticos la restitucion es igual á la compresion: la restitucion, pues, les imprime una fuerza igual á la que comunica la compresion en el choque.

Segun estos principios es fácil esplicar los fenómenos que se presentan en los tres casos que ocurrir pueden en el choque de los cuerpos e-

lásticos. 1.° Cuando un cuerpo en movimiento choca con otro que está en reposo: 2.° Cuando dos cuerpos en movimiento caminando en una misma direccion con velocidades diferentes se chocan, y 3.° cuando dos cuerpos en movimiento caminando en direcciones contrarias se chocan.

Cuando un cuerpo elástico cae sobre un plano resistente, camina despues del choque en direccion contraria, formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia.

Leccion 37.

Acústica. La parte de la Física que esplica los fenómenos del sonido se llama acústica.

Produccion del sonido. Entendemos por sonido un movimiento vibratario producido en un cuerpo elástico y comunicado al aire, por cuyo medio es trasmitido al oido, y consecuencia de esta impresion se produce en nuestra alma la sensacion correspondiente.

Para que un cuerpo sea sonoro es necesario que adquiera un movimiento vibratorio, el que producido igualmente en el aire será trasmitido al oido: pero no basta el movimiento vibratorio de todo el cuerpo, se necesita además para que haya sonido que todas las partes adquieran un movimiento trémulo llamado subsultorio, porque cuando se obtiene solo el primero de que

hemos hablado se ven las vibraciones pero no se percibe sonido.

Propagacion del sonido. El sonido se propaga por medio de las ondulaciones del aire que rodea al cuerpo sonoro: por manera que sin la presencia de este fluido principalmente no se propaga el sonido.

Tambien se propaga por medio de los líquidos y de los sólidos, aunque con menos intensidad como enseña la esperiencia.

Velocidad del sonido en diferentes medios. La velocidad del sonido se obtiene por medio de la fórmula $V = E/T$, disparando un cañonazo en una gran llanura, y observando desde una distancia conocida el tiempo que media entre verse el fogonazo y oirse el ruido: conocido este tiempo se divide por el espacio, que se habrá medido de antemano, y el cuociente sera la velocidad del sonido en el aire.

Mr. Dulong ha determinado la velocidad del sonido en diferentes gases á la temperatura de 0°, y sus resultados son los siguientes.

Hidrógeno.	1269	metros.
Óxido de carbono.	337	,,
Aire.	333	,,
Hidrógeno bicarbonato. . .	314	,,
Oxígeno.	317	,,
Ácido carbónico.	261	,,

La velocidad del sonido en el agua segun los esperimentos de M. M. Colladon y Sturm es de

1435 metros por segundo.

Chaldni ha presentado una tabla de la velocidad del sonido en diferentes sólidos, tomando por unidad la velocidad del sonido en el aire.

Plata.	9.
Cobre.	11.
Hierro, acero, vidrio. .	17.
Madera de 11 á.	17.

Leccion 38.

Reflexion del sonido. El sonido parte del cuerpo sonoro en líneas rectas en todas direcciones, como los radios van del centro á la circunferencia; pero encontrando un obstáculo invencible se refleja formando el ángulo de reflexion igual al de incidencia. He aqui el origen de las resonancias y de los ecos. Cuando el sonido reflejado produce un sonido tan distinto como antes de reflejarse entonces hay eco; cuando los sonidos reflejados se confunden próximamente con los directos, hay resonancia.

Leyes de las vibraciones de las cuerdas, Debemos considerar en las cuerdas dos clases de vibraciones: trasversales y longitudinales. Existe una relacion entre el número de vibraciones egecutadas en un tiempo dado, la longitud de la cuerda, su radio, su peso y su tension, como se prueba por medio del sonómetro ó monocordio.

Las leyes de las vibraciones en las cuerdas son las siguientes.

1.ª Los números de vibraciones de dos cuerdas de la misma naturaleza son recíprocamente proporcionales á sus longitudes y á sus radios cuando están igualmente tensas.

2.ª Los números de vibraciones de dos cuerdas cuyos radios y longitudes son iguales, y se hallan en igual grado de tension son recíprocamente proporcionales á la raiz cuadrada de su densidad.

3.ª Los números de vibraciones de una cuerda son proporcionales á la raiz cuadrada de los pesos que la estienden.

Llámanse nodos en una cuerda vibrante los puntos que no participan de las vibraciones de la cuerda, ó bien que permanecen fijos en tanto que se verifica el movimiento.

Valuacion numérica de los sonidos. Por medio de la sirena de M. Cagniard de Latour se determina el número absoluto de vibraciones correspondientes á un sonido dado.

Leccion 39.

Sonidos graves y agudos. Cuando se comparan dos sonidos se llama grave aquel cuyo número de vibraciones es menor, y agudo aquel cuyo número de vibraciones es mayor en un tiempo dado. No debemos confundir la inten-

sidad del sonido con su grave ó aguda resonancia: la intensidad depende de la fuerza con que las vibraciones se verifican; pero el sonar con tono agudo ó grave depende del número de vibraciones que el cuerpo sonoro practica en un tiempo dado, sean largas ó breves.

Enseña la esperiencia que hay ciertos límites dentro de los cuales solamente puede distinguir el oido el número de vibraciones: Sauveur los reduce á 12 1[2 vibraciones por segundo para percibir el sonido mas grave, y á 6400 para el mas agudo.

Llámase intervalo la relacion de un sonido á otro, ó mas bien la relacion entre los números de vibraciones que producen estos sonidos.

Llámase acorde la coexistencia de dos ó muchos sonidos. Melodía es una serie de sonidos: armonía una serie de acordes, ó la coexistencia de muchas melodías.

Cuando un cuerpo hace en un tiempo dado un número de vibraciones doble del que hace otro, los sonidos producidos se llaman octavas uno de otro.

Figuras acústicas que se forman en un plano cubierto de arena. Si se hace vibrar una placa pasando por su borde un arco de violin se observan en ella partes vibrantes separadas por nodos de otras partes que vibran tambien: este fenómeno se hace muy sensible espolvoreando la placa con arena, en cuyo caso se for-

man con esta las figuras mas variadas.

Instrumentos de música de cuerda y de viento. Los instrumentos músicos de cuerda se fundan en las leyes de las vibraciones de las cuerdas, influyendo además en la intensidad del sonido las dimensiones de la caja de que regularmente hacen parte.

Cuando el aire contenido en un tubo se pone en vibracion se produce un sonido que depende de la longitud de la columna de aire, de la elasticidad de este fluido y del modo de soplar.

La bocina y la trompetilla acústica se fundan en la facilidad con que el sonido se trasmite por un tubo cerrado sin disminuir de intensidad.

Los instrumentos músicos de viento se fundan en las vibraciones del aire contenido en los tubos.

ORGANOS DE LA VOZ Y DEL OIDO.

Organo del oido. Se distinguen en el órgano del oido tres partes: el oido esterno, el medio y el interno. El oido esterno comprende: 1.° el pabellon que es una espansion á propósito para recoger las ondas sonoras: 2.° el conducto auditivo esterno que forma con el pabellon una especie de embudo, y que presenta en su fondo la membrana del tambor. Esta mem-

brana elástica y que está bastante estirada propaga los sonidos sin ser no obstante esencial á la audicion, puesto que su rotura no altera sensiblemente esta facultad. La membrana del tambor separa el oido esterno del oido medio, el cual se llama tambien caja del tambor. La caja del tambor tapizada por una membrana húmeda contiene cuatro huesos llamados *martillo, yunque, lenticular y estribo*, que forman una cadena contínua, cuya estremidad esterna se une á la membrana del tambor por el mango del martillo y la tira hácia dentro, y cuya estremidad interna construida por la base del estribo cierra una abertura oval llamada por eso ventana oval, situada en el fondo de la caja del tambor, que hace comunicar esta cavidad con la parte del oido interno llamada vestíbulo caracol. Los cuatro huesos de que acabamos de hablar se ponen en movimiento por medio de músculos particulares. Se observa en el fondo de la caja del tambor otro agujero llamado ventana redonda, la que está cerrada por una membrana análoga á la del tambor.

La cavidad del tambor comunica con la faringe por medio de un pequeño conducto que permite que el aire esterior se introduzca en ella: este conducto se llama trompa de Eustaquio. Por último el oido interno se compone 1.° por delante del caracol, conducto huesoso arrollado en espiral, que por un lado termina en

la ventana redonda, y por el otro se abre en el vestíbulo: 2.° del vestíbulo, cavidad bastante grande que está en medio; 3.° de los conductos semi-circulares que son tres y se comunican con el vestíbulo.

Todas estas cavidades del oido interno están llenas de un humor, y en este líquido es en donde se distribuye el nervio auditivo. El conjunto de estas tres partes del oido interno ha tomado el nombre de laberinto.

Por la disposicion de las diferentes partes del oido se debe concebir que las ondulaciones sonoras que hieren inmediatamente la membrana del tambor, se trasmiten por medio del aire y la cadena de los huesecillos á las paredes del laberinto, y de aqui por medio del líquido al nervio acústico. No es una condicion necesaria para que pueda verificarse la audicion la existencia de todas estas partes, pues la esperiencia enseña que puede romperse la membrana del tambor y desprenderse los tres primeros huesecillos sin que por eso se pierda la facultad de oir, subsistiendo la membrana que cierra la ventana redonda, y quedando el estribo aplicado contra la ventana oval. Pero si se cae el estribo y la membrana que cierra el laberinto se rompe dejando correr el líquido que contiene, aparece siempre la sordera. La existencia de un nervio acústico, y su espansion en un líquido por el cual recibe las impresiones son las dos condiciones ne-

cesarias para la audicion.

Organo de la voz. El órgano de la voz es la laringe. La laringe es una cavidad mayor en el hombre que en la muger, y que se desarrolla principalmente en la pubertad, y está formada por cartílagos. La elasticidad y la resistencia de los cartílagos mantienen esta cavidad constantemente abierta. La laringe comunica por bajo con la traquearteria, que es un conducto cartilaginoso membranoso que se divide en su parte inferior en dos gruesos troncos llamados bronquios; que se ramifican para ir á distribuir el aire á todos los puntos de la masa pulmonar. La laringe comunica por arriba con la boca superior por una abertura oblonga de atrás adelante llamada glotis. El orificio de la glotis está provisto de músculos pequeños de los cuales dos son superiores y dos inferiores. Estos músculos han recibido el nombre de ligamentos de la glotis ó cuerdas de Ferrein, porque este anatómico consideraba que producian la voz como las cuerdas de un instrumento. El espacio comprendido entre los ligamentos superiores é inferiores forma una cavidad pequeña llamada ventrículo de la laringe. La mayor ó menor contraccion de los ligamentos de la glotis aumenta ó disminuye la estension de esta abertura y modifica de este modo los sonidos. La laringe puede moverse tambien en su totalidad por los músculos que se adhieren á las superficies es-

ternas de sus paredes, y á sus diferentes grados de elevacion corresponden diferentes grados de agudeza en los sonidos vocales. La glotis tiene en su parte superior una membrana cartilaginosa llamada epíglotis que por su elasticidad se mantiene elevada encima de la glotis en su estado ordinario para dar paso al aire que vá á los pulmones, y que está deprimida en el momento de la deglucion, para conducir el alimento al esófago y evitar su introduccion en las vias aéreas donde produciria la sofocacion.

Segun esta descripcion es evidente que el órgano de la voz solo puede compararse á un instrumento de viento con lengüeta libre en que el pecho hace de fuelle, la tráquea de portavento, la glotis de lengüeta, y la boca sirve de tubo para la salida del aire. Además se vé que es un aparato insuflatorio, y del cual es solo variable el poder de insuflacion como lo es el de los pulmones del hombre. En la modificacion de todas las partes del órgano y particularmente en la glotis es donde debe buscarse el origen de todos los tonos.

Se puede concluir de los esperimentos de Grenier que la epíglotis nos permite regular los sonidos sin alterarlos. La estension de las diferentes voces humanas es de cerca de tres octavas: las voces de las mugeres y de los niños son mas agudas que en los adultos porque los lá-

bios de la glotis son mas cortos en los primeros que en los últimos, y la laringe tiene menos capacidad.

Los animales de pulmones son los únicos que tienen una verdadera voz. Los mamíferos no tienen del mismo modo que el hombre mas que una glotis colocada hácia el punto en que la tráquea viene á terminarse en la boca. En las aves se halla el origen de la tráquea encima de un abultamiento llamado laringe inferior que es una lámina saliente en forma de boquilla.

Leccion 40.

Óptica. La parte de la Física que esplica los fenómenos de la luz se llama óptica.

Luz es una sustancia por cuya presencia los cuerpos se nos hacen visibles, y cuando falta la cual son para nosotros como si no existiesen respecto á la vision.

Propagacion de la luz en un medio homogéneo. La luz tiene la propiedad de propagarse en líneas rectas y en todas direcciones cuando se difunde en un medio homogéneo.

Velocidad de la luz: modo de determinarla. La velocidad con que se propaga la luz si bien es estraordinaria no es instantánea sino succesiva. Los fisicos han determinado esta velocidad observando la inmersion y emersion de uno de los satélites de Jupiter en la sombra de este

planeta.

Tiempo que tarda la luz desde el sol á la tierra. Segun el medio indicado se ha deducido que la luz corre próximamente en cada segundo 70,000 leguas de 2,280 toesas; empleando 8', 13" en llegar del sol á nosotros.

Reflexion. Leyes de la reflexion. La luz se refleja en la superficie de muchos cuerpos obedeciendo las leyes siguientes: 1.ª el ángulo de reflexion es igual al de incidencia: 2.ª el rayo incidente y el reflejado se hallan en un mismo plano.

Efectos de los espejos planos, esféricos, cóncavos y convexos. Un objeto colocado ante un espejo plano aparece detras de este á una distancia igual á la que lo separa de la superficie del espejo.

La imágen de un objeto colocado ante un espejo convexo aparece en este mas pequeña que el objeto que representa; apareciendo mayor de lo que realmente es cuando el espejo es cóncavo.

Leccion 41.

Refraccion. En la refraccion de la luz se observa una ley inversa de la que siguen los demás cuerpos: estos cuando pasan á un medio mas denso se apartan de la vertical; pero la luz puesta en el mismo caso se aproxima á dicha línea.

Leyes de la refraccion. La refraccion de la luz está sugeta á las leyes siguientes: 1.ª el seno del ángulo de incidencia y el seno de refraccion se hallan en una relacion constante, cualquiera que sea la inclinacion del rayo luminoso. 2.ª El rayo refractado no se separa del plano de incidencia.

Efectos de los prismas considerados únicamente con relacion á la desviacion de la luz. Cuando se miran los objetos al través de un prisma aparecen desviados de sus posiciones, y se hallan coloreados hácia sus estremidades por los principales colores del arco iris.

Efectos de los lentes cóncavos y convexos. Se da el nombre de lentes á los cuerpos diáfanos terminados por dos porciones de esfera, ó por una porcion de esfera combinada con una superficie plana. Pueden ser convergentes y divergentes: los primeros aumentan la convergencia de los rayos; los segundos aumentan su divergencia.

Descomposicion y recomposicion de la luz. Llámase espectro solar la imágen de un rayo de sol descompuesto al través de un prisma de vidrio. Esta imágen se halla dividida en diversas bandas trasversales que presentan siete colores que se suceden por fajas horizontales de arriba abajo en el órden siguiente; rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

La luz descompuesta en estos siete colores

puede recomponerse para obtener por resultado la luz blanca como antes de descomponerse.

ESTRUCTURA DEL OJO, VISION.

Estructura del ojo. El ojo está compuesto de membranas y humores: de las membranas las dos esteriores determinan su figura de esfera: la una, que forma los cuatro quintos posteriores se llama *esclerótica* ó *córnea opaca*, á causa de la naturaleza de su sustancia parecida á la del cuerno, la otra mucho mas delgada y trasparente que completa el quinto anterior de la esfera, ha recibido el nombre de *córnea trasparente*. Las membranas interiores son: la *coroides* y la *retina:* la 1.ª se halla adherida por su cara esterna á la interna de la esclerótica, está barnizada por una materia negruzca (que falta en los albinos), destinada á absorver los rayos de luz y á formar en el ojo una cámara oscura. La 2.ª se halla en la cara interna de la coroides sin adherirse á esta por su cara esterna: esta membrana es blanquecina, trasparente y delgada: se cree sea una espansion del nervio óptico: es la verdadera parte senciente del ojo, destinada á recibir la impresion de los objetos sensibles.

Hácia el sitio en que la córnea opaca se une á la trasparente, se encuentra un círculo ó anillo pulposo, de una á dos líneas de ancho,

llamado *ligamento ciliar:* su uso segun unos es mantener fijo el *iris;* pero Heister dice que sirve para mover los cuerpos *vítreo* y *cristalino.* En la circunferencia del círculo ciliar se encuentra una membrana delgada que se llama *iris:* está horadada en su centro por una abertura conocida con el nombre de *pupila.* El iris es un cuerpo de estructura vascular y nerviosa segun unos: segun otros está compuesto de fibras musculares, orbiculares unas y colocadas al rededor de la pupila; y otras dirigidas hácia su centro: el uso de estas fibras es el de estrechar la pupila para moderar la impresion de una luz demasiado viva, y el de dilatarla para dejar entrar con mas abundancia una luz débil. El iris detiene los rayos que se separan demasiado del eje.

Los humores que se encuentran en el ojo son tres: 1.° el *cristalino* encajado en el círculo ciliar, y cuya forma es la de una lente convergente mas aplanada por delante que por detrás: 2.° el *humor acuoso* que ocupa la parte anterior del ojo comprendida entre la córnea trasparente y el cristalino: 3.° el *humor vítreo* llamado así por su consistencia parecida á la del vidrio fundido, ocupa la cavidad situada detrás del cristalino.

Vision. Los rayos de luz que llegan al ojo forman un cono cuya base está en la córnea trasparente y el vértice en el objeto: al atra-

vesar dichos rayos esta membrana y los diversos humores de que hemos hablado sufren distintas refracciones formando otro cono opuesto al anterior, cuyo vértice pinta en la retina la imágen del objeto, y el nervio óptico la trasmite al cérebro.

Leccion 42.

Idea de los instrumentos de óptica mas comunes. Las propiedades de los espejos y de las lentes sirven de base á la esplicacion de los instrumentes ópticos. Los mas comunes son los siguientes: cámara lúcida, cámara oscura, lentes, anteojos, microscopio simple, microscopio solar, anteojo de Galileo, anteojo astronómico y telescopios.

Cámara lúcida. Se compone de una lámina de cristal inclinada, sobre la que se coloca perpendicularmente la arista de un prisma de cristal triangular que tiene un ángulo recto: recibe en este los rayos de luz de un objeto iluminado, los que refractan, salen del prisma, vuelven á refractar, reflejan por último en la lámina de cristal, y el observador vé el objeto sobre un papel en que ha de dibujarse, sin mas que seguir sus contornos con el lapiz.

Cámara oscura. Consiste en un cajon que recibe en el agugero abierto en una de sus paredes un tubo ancho provisto de una lente con-

vergente: el objeto iluminado puesto delante de esta, forma dentro del cajon una imágen inversa, la que se hace directa sufriendo una reflexion en un espejo colocado dentro del cajon formando un ángulo de 45°: la imágen ya reflejada se recibe por un cristal deslustrado colocado en la parte superior del cajon, y en este cristal puede dibujarse su contorno para pasarlo al papel.

Lentes. Pueden reducirse á dos clases, convergentes y divergentes.

Los efectos principales producidos por las lentes convergentes pueden reducirse á los siguientes: 1.° Si el objeto está colocado á una distancia infinita, los rayos que caen entonces sobre la lente son sensiblemente paralelos y la imágen se verifica en el foco principal bajo el mismo ángulo que el objeto. 2.° Si el objeto está colocado en el foco principal los rayos salen paralelos por el otro lado de la lente y la imágen va á perderse al infinito. 3.° Si el objeto está colocado delante de la lente la imágen se representa siempre detrás de ella; cuanto mas se aleja el objeto mas pequeña y mas próxima está su imágen: cuanto mas se aproxima mas se aleja y agranda la imágen.

Los efectos principales producidos por las lentes divergentes pueden reducirse á dos.

1.° Cuando los rayos incidentes son paralelos al eje principal, se componen los rayos e-

mergentes de rayos que se separan, pero que prolongados hácia detrás de la lente se encuentran en un punto del eje. Este punto se llama foco virtual.

2.° Si el punto luminoso está sobre el eje á una distancia finita, el foco será tambien virtual, pero mas próximo á la lente. Así es que las lentes cóncavas aumentan siempre la divergencia de los rayos y no tienen sino focos virtuales.

Anteojos. Son unos aparatos destinados á hacer visibles los objetos muy lejanos. Sus disposiciones mas principales constituyen tres especies diferentes, que son: el anteojo de Galileo ó de teatro, el anteojo astronómico y el anteojo terrestre ó de larga vista.

Microscopio simple. Consiste en una lente convergente de foco muy corto destinada á observar objetos muy pequeños.

Microscopio solar. Se compone de un espejo plano y dos ó tres lentes convergentes: la 1.ª lente sirve para concentrar la luz sobre el pequeño objeto colocado en la lámina de cristal: y la 2.ª lente sirve para amplificar la imágen de este objeto. Cayendo pues sobre el espejo los rayos solares paralelos se reflejan, y atravesando la 1.ª lente viconvexa se hacen convergentes, se cruzan, atraviesan una 2.ª lente y van á pintar la imágen del objeto colocado en la lámina fuertemente iluminado y de ma-

yores dimensiones.

Telescopios. Los telescopios son instrumentos compuestos de lentes convergentes y de espejos planos ó curvos, que amplifican considerablemente los objetos, y se destinan á las observaciones astronómicas. Todos ellos llevan el nombre de sus inventores: tales son el de Herschel, el de Newton, el de Gregory y el de Cassagrein.

Leccion 43.

Meteorología. Es la parte de la Física que tiene por objeto describir, esplicar y conocer los diferentes fenómenos que se verifican en el seno de la atmósfera, y que conocemos con el nombre de meteoros.

Altura media anual del barómetro en diferentes lugares. En el observatorio de Paris se hacen cada dia cuatro observaciones barométricas; una á las 9 de la mañana, otra al medio dia, otra á las tres de la tarde y la última á las 9 de la noche. La altura observada al medio dia es, segun las repetidas esperiencias de Mr. Ramond, la altura media del dia; pero si así no fuese se hallaria facilmente sumando las alturas obtenidas en las cuatro observaciones y dividiéndolas por cuatro. La altura media del mes se obtiene sumando las alturas medias del número de dias de que se compone, y dividiendo la suma por el mismo número de dias. Del mis-

mo modo se tendrá la altura media del año, dividiendo por 12 la suma de las alturas medias de los 12 meses.

La altura media del barómetro en cada año varía con la posicion de los lugares, con su latitud, y sobre todo con su elevacion sobre el nivel del mar. En Paris es con corta diferencia de 385 líneas, en Madrid 365 líneas á la temperatura 0°, en Sevilla 388, y es solo de 258 líneas sobre el Etna y el monte Líbano.

Límites de las oscilaciones estremas. En un mismo pais el barómetro está en perpétua oscilacion por cima y por bajo de la altura media del año. En estas variaciones accidentales se deprime á veces en poco tiempo muchas líneas; otras veces por el contrario presenta ascensiones considerables. En Paris la mayor altura barométrica observada es de 397 líneas: la mas pequeña es de 371, y la diferencia ó el límite de las variaciones estremas está comprendido en 26 líneas.

Variaciones horarias en diferentes latitudes. Mr Humboldt ha observado los variaciones horarias del barómetro en las regiones ecuatoriales, en las que su regularidad no es alterada por ninguna perturbacion accidental: ha reconocido que el barómetro llega á su mayor altura á las 9 de la mañana; pasada esta hora desciende regularmente: llega al medio dia á su altura media, y toca su mínimun de elevacion á la 4 de la tarde. Vuelve á elevarse en se-

guida hasta las 11 de la noche, en que llega á su segundo máximun, desciende nuevamente hasta las 4 de la mañana en que se verifica el segundo mínimun, y despues principia su periodo ascendente.

En nuestros climas las variaciones horarias se confunden de tal manera con las oscilaciones accidentales, que no se puede fijar su periodo, sino tomando las alturas medias de un gran número de meses, á diferentes horas del dia. Mr. Ramond ha comprobado que en invierno el barómetro llega á su primer máximun á las 9 de la mañana; tiene su primer mínimun á las 3 de la tarde, y el 2.° máximun á las 9 de la noche; en estío el primer máximun tiene lugar antes de las 8 de la mañana, el primer mínimun á las 4 de la tarde y el segundo máximun á las 11 de la noche: en otoño y en primavera estas horas, que se llaman *críticas*, se verifican en tiempos intermedios.

Temperatura media anual de la superficie de la tierra en diversas latitudes. Mr. de Humboldt comparando entre sí numerosas observaciones hechas en diversos puntos del globo, ha reconocido que la temperatura media de un dia se obtenia sin error sensible, hallando la media de las temperaturas máximun y mínimun del mismo. La temperatura media del mes se obtiene sumando las temperaturas medias de todos los dias del mismo, y dividiendo esta suma por el

número de ellos; la temperatura media del año se deduce análogamente de las temperaturas medias de los 12 meses.

La temperatura media de un lugar depende de su latitud y de su elevacion por cima del nivel del mar. Desciende marchando bajo un mismo meridiano desde el ecuador á los polos, y decrece tambien á medida que nos elevamos sobre la superficie de los mares.

Climas templados. Climas estremos. Para adquirir idea del clima de un pais no basta considerar solamente su temperatura media, es necesario además contar con las temperaturas de las estaciones, de los meses y de los dias.

Temperatura á diversas profundidades. Calor central. Es una verdad deducida de numerosas esperiencias que la temperatura interior del globo que habitamos es independiente del calor solar á cierta profundidad, y que esta temperatura propia del globo aumenta con la profundidad. Se admite casi generalmente que el aumento de temperatura, en las diversas profundidades proviene de un calor propio que la tierra poseia en su origen, y del cual conserva una parte en su centro, y es lo que se llama calor central.

Leccion 44.

Cantidad de lluvia en diversas alturas y

diferentes lugares.

Hay un aparato llamado *udómetro* ó pluvímetro que sirve para medir la cantidad de lluvia que cae en la superficie de la tierra.

Por medio de este aparato se ha llegado á conocer que la cantidad de lluvia que cae varia con las alturas: la cantidad de lluvia que cae en la azotea del observatorio de Paris es de 8|9 de la que cae en el suelo, teniendo la azotea 34 varas de altura sobre este.

En Madrid caen por término medio 31 pulgadas de agua: es decir que si el agua que cae durante un año quedara en la superficie de la tierra formaria una capa de 31 pulgadas de altura. La lluvia varia mucho segun las estaciones, pero la cantidad de lluvia anual varia principalmente con las latitudes: ella es mucho mas considerable en los paises calientes que en los templados, y mas en estos que en los frios.

Segun las observaciones hechas en diferentes lugares se ha notado que en el Cabo-Frances (Isla de Santo Domingo) caen anualmente 132 pulgadas de agua; en Calcuta 88; en Ginebrabo en Nápoles 40; en Leon de Francia 38; en Madrid 31; en Sevilla 32; en Paris 24; en Marsella 20; y en San Petersburgo 19.

Formacion del rocio, de la niebla, de la lluvia, de la escarcha, del granizo, y de la nieve.

El rocio consiste en una infinidad de goti-

llas de agua que cubren la superficie esterior de los cuerpos durante las noches tranquilas y serenas. Su formacion reconoce por causa el enfriamiento que esperimentan los cuerpos terrestres por su irradiacion nocturna, lo que hace condensar en su superficie los vapores acuosos que el aire contiene.

Las nieblas y las nubes deben mirarse como una reunion de vegiguillas ó pequeños glóbulos formados por ampollas de aire húmedo envueltas por una película de agua estremadamente delgada. Habrá formacion de nieblas siempre que una masa de aire cargada de humedad, se enfrie por una causa cualquiera lo bastante para que se condense el vapor del agua que contiene.

La lluvia resulta de la liquefaccion del vapor de agua contenido en las nubes, y del descenso de las gotas de vapor condensado. Esta condensacion es siempre efecto de un enfriamiento.

La escarcha no es otra cosa que el rocío coagulado; pero si para la formacion del rocío basta que la superficie de los cuerpos descienda á una temperatura mas baja que la saturacion del aire, para la formacion de la escarcha será necesario que la temperatura de estos cuerpos descienda por bajo de cero. Las gotillas de rocío se coagulan y forman entonces pequeñas agujas cristalinas de hielo, que se adhieren á

las ramas de los árboles y á las hojas de las plantas.

El granizo está formado de pequeñas agujas de hielo, entrelazadas y comprimidas las unas contra las otras, formando un todo muy compacto de figura esférica. La diversidad de opiniones que hay acerca de su formacion manifiesta que hay incertidumbre sobre la causa de este fenómeno.

La nieve proviene como la lluvia del enfriamiento de las nubes, pero su formacion exige que la temperatura de este conjunto de vapores descienda por bajo de cero. El vapor condensándose entonces se coagula y cristaliza.

Leccion 45.

Vientos: su formacion. El viento consiste en una variacion de lugar mas ó menos rápida de una parte de la atmósfera.

Los fisicos no están de acuerdo sobre la causa de los vientos; pero se puede dar razon de su formacion, sea admitiendo una dilatacion en el punto de la atmósfera en donde nace la corriente, ó tambien suponiendo una condensacion en el punto á que se dirige.

Velocidad y fuerza de los vientos. Estragos que causan. Vientos periódicos. Vientos aliseos. Brisas. Huracanes.

La velocidad del viento es muy variable, y

se mide por el camino que corren en una unidad de tiempo los cuerpos ligeros que arrastra consigo. Los físicos han formado varias tablas que espresan las velocidades respectivas de diferentes vientos.

La fuerza de los vientos es tanto mayor cuanta mayor es su velocidad, y en algunos casos es tan considerable que produce efectos desastrosos.

Las mangas ó torbellinos terrestres se presentan bajo la forma de una columna inmensa de aire, dando vueltas en remolino con una velocidad estraordinaria; y cuando son muy fuertes agotan los lagos y los estanques, rompen y arrancan los árboles, arruinan las casas, en fin, llevan tras sí todo cuanto encuentran al paso, siendo tan prodigiosa la rapidéz de su movimiento, que no es fácil libertarse de él.

Los vientos se dividen en generales ó alíseos, periódicos ó monzones é irregulares.

Los generales ó alíseos corren entre los trópicos, y raras veces mas allá; su accion es contínua y siguen una direccion constante.

Los periódicos ó monzones son los que por espacio de algunos meses soplan en una direccion determinada y en seguida son reemplazados durante el tiempo mismo por una corriente contraria. Los irregulares no observan ni época ni duracion determinada, y soplan hácia todos lados.

Las brisas periódicas de tierra y mar se esplican por la temperatura desigual á que se hallan las masas de aire que insisten sobre estos dos lugares. Por la mañana el aire que baña las costas siendo mas frio que el que descansa sobre la superficie del mar, por efecto de la irradiacion de la noche, habrá una brisa que viene de tierra y es producida por una corriente de aire frio, que tiende á descender en razon de su exceso de densidad, y á ponerse en equilibrio con el aire mas denso y caliente que descansa sobre el mar. Por la tarde el fenómeno se verifica en sentido inverso, el aire de las costas calentado por el sol, siendo mas caliente que el que toca á la superficie de las aguas, dará lugar á que haya una brisa del mar á la tierra, que provenga de la corriente de aire frio que corra á llenar el vacío formado por la ascension del aire caliente de las costas.

Se llaman *huracanes* los vientos animados de una gran velocidad, y que por consiguiente han desarrollado una fuerza considerable.

Electricidad atmosférica. Efectos del rayo. Construccion de los pararrayos.

La identidad de la electricidad de las nubes con la que producen nuestras máquinas fué sospechada por varios fisicos; pero Franklin y Dalibard comprobaron esta congetura esponiendo una varilla de hierro á la influencia de las

nubes, y observando que producía chispas cuando pasaba sobre ellas una nube electrizada, de manera que se podia cargar una botella de Leiden para poder conocer su identidad con la que se produce en las máquinas y por todos los medios que conocemos.

Segun esto el relámpago y el rayo no son mas que efectos producidos por la recomposicion de las dos electricidades; efectos análogos á las chispas eléctricas de nuestras máquinas.

El rayo cae con preferencia sobre los lugares elevados; pero facilmente se concibe que la facultad conductríz debe influir mucho. En el cuerpo de los animales produce lesiones, y muy particularmente en el sistema vascular, á lo cual se atribuye la pronta corrupcion del cadaver de los animales muertos por el rayo.

El rayo puede causar la muerte de los animales sin herirlos directamente. Esto es lo que se llama *choque de retroceso,* el cual no produce jamás los efectos de trasporte que acompañan siempre á la caida del rayo sobre los cuerpos que hiere directamente.

Para que un pararrayos llene su objeto es necesario que la punta en que termine sea muy aguda y que no pueda oxidarse ni fundirse. El metal de que se hace la punta es el platino. Para que la varilla sea bastante larga se le dá generalmente una longitud igual á 1/4 del diámetro del edificio. Las distancias á que

se coloquen en caso de haber mas de uno debe ser cuatro veces mayor que su altura, siendo lo regular de esta de siete á nueve metros.

Fin de los elementos de Física.

RESUMEN
DE LAS
NOCIONES DE QUÍMICA.

Leccion 46.

Cuerpos simples. Cuerpos compuestos. Enumeracion y clasificacion de los cuerpos simples. Principios en que se funda la nomenclatura química. Afinitud química, su diferencia de la cohesion. Analisis. Sintesis.

Química es aquella ciencia que nos hace conocer la naturaleza de los cuerpos, y las acciones que egercen los unos sobre los otros.

Cuerpos simples son aquellos de los que no se ha sacado aun mas de una sustancia. Compuestos son los que constan de dos, tres, ó mas cuerpos simples combinados entre sí.

Los antiguos conocian solamente cuatro cuerpos simples, ó sean cuatro sustancias elementales: la tierra, el fuego, el aire y el agua. Hoy se cuentan los 61 que se espresan á continuacion, los cuales están colocados de tal modo que cada cuerpo es electro-negativo respecto á los que le siguen, y electro-positivo respecto á los que le preceden.

Oxígeno	Antimonio
Fluor	Teluro
Cloro	Oro
Bromo	Hidrógeno
Iodo	Osmio
Azoe	Ividio
Azufre	Rutenio
Selenio	Rodio
Fósforo	Platino
Arsénico	Paladio
Molibdeno	Mercurio
Vanadio	Plata
Cromo	Cobre
Tungsteno	Vrano
Carbono	Bismuto
Boro	Estaño
Silicio	Plomo
Colombio	Cerio
Niobio	Lantano
Pelopio	Didimio
Titano	Cobalto

Nikel	Erbio
Hierro	Glucinio
Cadmio	Magnesio
Zinc	Calcio
Manganeso	Estroncio
Zirconio	Bario
Torinio	Litio
Aluminio	Sodio
Itrio	Potasio
Terbio	

La nomenclatura química de los antiguos no indicaba de modo alguno la naturaleza de los compuestos: la que se ha adoptado en nuestros tiempos tiene la gran ventaja de que los nombres que se dan á los compuestos espresan la naturaleza de los simples que entran en su composicion, y la mayor ó menor cantidad en que están combinados.

Afinidad es aquella fuerza que actua entre los átomos de naturaleza diferente para combinarlos.

Llámase análisis la operacion por la que un cuerpo se descompone por medio de otros y de fuerzas suficientes.

Síntesis es la operacion por la que se reunen dos ó mas simples para formar un compuesto.

Leccion 47.

Equivalentes químicos. Diferencia entre me-

tales y metaloides. Propiedades del oxígeno, hidrógeno y carbono.

Se dá el nombre de equivalentes químicos á las diversas cantidades invariables de cada cuerpo simple, que pueden reemplazarse exáctamente las unas á las otras para formar compuestos correspondientes,

Los cuerpos simples se dividen en dos secciones: 1.ª no metálicos ó metaloides: 2.ª metálicos. Los cuerpos de la 1.ª seccion ó son gaseosos, ó sólidos, sin brillo metálico, malos conductores del calor y de la electricidad, aunque en general buenos conductores de la luz. Cuéntanse los trece siguientes. Azoe, azufre, boro, bromo, carbono, cloro, fluor, fósforo, hidrógeno, iodo, oxígeno, selenio y silicio.

Los cuerpos de la 2.ª seccion, esto es, los metales son buenos conductores del calor y de la electricidad, opacos, pero que reflejan poderosamente la luz, presentando un brillo que se dice metálico.

Oxígeno. Es un gas sin color, inodoro é insípido. Su densidad es 1,1026, ó segun los últimss esperimentos de Boussigaul y Dumas 1,1057. Por una compresion fuerte y repentina se hace luminoso, es muy poco soluble en el agua, y menos aun en el mercurio. El aire le debe la facultad de mantener la combustion. El oxígeno es el único gas respirable, aunque demasiado activo si no está unido con el azoe.

La combustion es una combinacion que se opera entre cuerpos diferentes con produccion de calor y frecuentemente de luz. Por lo regular uno de los cuerpos es el oxígeno; pero no es absolutamente necesario para la combustion, puesto que esta se ha llegado á obtener para ciertos cuerpos en el yodo, el cloro y otros.

Hidrógeno. Es un gas sin color, inodoro é insípido, que no ha sido aun liquidado; es el mas ligero de los cuerpos ponderables, siendo su densidad 0,0688. Es casi insoluble en el agua, é incapaz de mantener la combustion y respiracion.

Carbono. Es insípido, inodoro, infusible en el fuego, insoluble en el agua y sólido; pero en sus compuestos es susceptible del estado gaseoso.

El diamante es el cuerpo mas duro de la naturaleza, raya á todos los minerales y no es rayado por ninguno, es trasparente, y cuando está labrado y aun en bruto tiene un brillo particular que lo distingue, es fosforescente por el calor y está compuesto de carbono puro. El diamante se encuentra con color y sin él; cuando lo tiene puede ser amarillento, gris, pardo, verde, verde pitache, rojo y de rosa. Se hallan diseminados en las arenas de los rios. Los mas hermosos vienen de Visapur y Golconda. Tambien se encuentran á poca profundidad en una arena ferruginosa, y bajo algunas capas de piedras de esta clase.

El grafito, plombagina ó lapiz plomo está compuesto de hierro y carbon, es de color gris de plomo, tiene lustre metálico, tizna mucho y arde al soplete. Se encuentra con abundancia en España cerca de S. Roque.

La antracita es una variedad de carbono alterado por un poco de arcilla, de sílice y de hierro. Es negra, quebradiza, de testura comunmente laminosa, y de un brillo metálico. Despojada del betun, y del hidrógeno arde sin llama, sin olor y sin humo á diferencia de la hulla. Se la encuentra en los esquistos arcillosos y en las rocas micáceas.

Leccion 48.

Fósforo, azufre, cloro y yodo. El fósforo es sólido á la temperatura ordinaria, blando y flexible; tiene un ligero olor de ajo, y un sabor acre y repugnante. En estado de pureza es trasparente y sin color, su densidad es 1,77: se funde á 43° y hierve á 290°. La accion de la luz comunica á su superficie un color amarillento. Su afinidad con el oxígeno es considerable.

El azufre es un cuerpo sólido, de un color amarillo claro, quebradizo é insípido, pero que exala algun olor por la frotacion y se hace electro-negativo. Su densidad varía con las circunstancias desde 1,99 á 2,087. Calentado á 150° y encendido al contacto del aire atmosférico ar-

de con una llama azul, produciéndose el gas ácido sulfuroso.

El cloro es un cuerpo simple, de color verde-amarillo, de sabor acre y olor desagradable. Su densidad comparada con la del aire es 2,4216. Sometido á una fuerte presion y espuesto á una temperatura baja pasa al estado de líquido volátil y cristalino, algo mas pesado que el agua. Tiene afinidad con la mayor parte de los cuerpos simples.

El yodo se presenta en laminitas de un color gris de acero, y de un brillo metálico: su tenacidad es pequeña, su olor análogo al que tiene el cloruro de azufre. Su peso específico es 4,946. Es uno de los cuerpos mas electro-negativos. Tiñe de amarillo la epidermis y destruye los colores vegetales lo mismo que el cloro. Se funde á los 107° y pasados los 175° hierve y se volatiliza produciendo hermosos vapores violados.

Leccion 49.

Azoe. Composicion del aire atmosférico. Accion del aire en la combustion y respiracion.

El azoe á la temperatura y presion ordinarias es inodoro, insípido, sin color y gaseoso. Su densidad es 0,972. Su afinidad con el oxígeno, aunque débil, suministra á la Química 3 ácidos y 2 óxidos. Unido con el hidrógeno forma el amoniaco. Es igualmente impropio para la combustion que para la respiracion.

El aire atmosférico está compuesto de oxígeno y azoe, como elementos esenciales, conteniendo además gas ácido carbónico y vapor acuoso.

Puede probarse por medio de la esperiencia que el aire contiene 21 partes de oxígeno y 79 de azoe.

El aire es insípido é inodoro; no esperimenta alteracion alguna espuesto al mas fuerte calor ó al frio mas intenso. No le altera una corriente de chispas eléctricas, á no ser que contenga cierta cantidad de agua ó una sustancia alcalina, pues en este caso se forma ácido nítrico.

Supuesto que la combustion no es mas que una combinacion de cuerpos diferentes, con desprendimiento de calor, y á veces de luz, y siendo tambien un hecho que por lo regular uno de los cuerpos que entran en esta combinacion es el oxígeno, no puede dudarse que el aire es muy á propósito para alimentar la combustion, prestando la parte de oxígeno que contiene.

No es menos importante el papel que representa el aire en la respiracion: introduciéndose en los pulmones, se pone en contacto con la sangre, en la cual deposita una parte de su oxígeno, que se combina con el hidrógeno y el carbono existentes en ella. El aire así despojado de una parte de su oxígeno, se carga en cambio de gas ácido carbónico y de vapor, acuoso, y es espelido del cuerpo del animal.

Del agua: sus elementos, su descomposicion

y recomposicion. Papel que representa el agua en la naturaleza.

El agua en estado de pureza es insípida, inodora y sin color; tiene la propiedad de trasmitir los sonidos, tiene afinidad por casi todos los cuerpos, es poco compresible, cuando se congela aumenta de volumen. Es buena conductora de la electricidad, y mucho mejor si está acidulada ó tiene sales en disolucion. Se presenta en los tres estados sólido, líquido y aeriforme. A la temperatura de 100° se reduce á vapor.

Los elementos del agua son el hidrógeno y el oxígeno, combinados en la proporcion de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno.

La descomposicion del agua puede verificarse por medio de la pila voltáica, ó haciéndola pasar reducida al estado de vapor, por un tubo de hierro candente, ó por uno de porcelana que contenga en su interior limaduras ó pequeños trozos de hierro.

La recomposicion del agua se verifica introduciendo sus elementos en un recipiente de paredes muy resistentes, y haciendo que pase por el interior de este la chispa eléctrica.

El agua representa en la naturaleza un papel muy importante: sin su presencia la vegetacion no se verificaria ni tendrian lugar los ventajosos resultados que de ella se siguen: la vida de los animales cuenta en ella con uno de sus mas indispensables apoyos: la corteza es-

terior del globo que habitamos, ha sufrido, sufre y sufrirá notables transformaciones por la influencia de este líquido. La Química encuentra en ella el disolvente por excelencia, la Medicina un auxilio poderoso contra muchas enfermedades, y las artes mecánicas un agente poderoso.

Leccion 50.

Caracteres que permiten conocer los metales mas útiles: propiedades de estos.

Los metales son cuerpos simples, casi totalmente opacos, brillantes en polvo y masa, susceptibles de pulimento, buenos conductores del calórico y de la electricidad, capaces de combinarse con el oxígeno en distintas proporciones, dando origen á óxidos, que se combinan con los ácidos para formar sales.

Mr. Thenard divide los metales en las seis secciones siguientes.

1.ª Metales que absorven el oxigeno á cualquier temperatura y descomponen súbitamente el agua á la temperatura ordinaria, apoderándose de su oxígeno, y desprendiendo el hidrógeno con viva efervescencia.

2.ª Metales que absorven el oxígeno á la temperatura mas elevada, y solo descomponen el agua á la de mas de 100°.

3.ª Metales que absorven el oxígeno á la temperatura mas elevada, y solo descomponen

el agua al grado del calor rojo.

4.ª Metales que absorven el oxígeno á la temperatura mas elevada, y que de ningun modo descomponen el agua.

5.ª Metales que no absorven el oxígeno sino á cierto grado de calor, y que no descomponen el agua.

6.ª Metales que no absorven el oxígeno, ni pueden descomponer el agua á ninguna temperatura y cuyos óxidos se reducen antes del calor rojo.

Lista de los metales pertenecientes á cada una de las secciones.

1.ª seccion. Potasio, sodio, litio, bario, estroncio, calcio.

2.ª seccion. Magnesio, glucinio, itrio, aluminio.

3.ª seccion. Manganeso, zinc, hierro, estaño, cadmio, cobalto, nikel.

4.ª seccion. Arsénico, cromo, tungsteno, antimonio, teluro, cerio, cobre, molibdeno, vanadio, colombio, titano, vrano, bismuto, plomo.

5.ª seccion. Mercurio, osmio.

6.ª seccion. Plata, paladio, rodio, platino, oro, iridio.

Los metales de la primera seccion se llaman alcalinos por que sus óxidos, reputados hace algunos años como cuerpos simples, eran conocidos con el nombre de álcalis: los de la segunda se denominan térreos por que sus óxidos se llamaban tierras. Los de la cuarta se subdividen

en acidificables y oxidificables, segun formen con el oxígeno óxidos ó ácidos.

Platina. Siempre se halla en la naturaleza en estado metálico; pero unida con frecuencia con el osmio, paladio, rodio é iridio; separada de estos es un metal de color gris de acero, que tira al blanco de plata, muy dúctil, maleable y tenáz, es mas pesado que el oro, es inalterable al aire, é insoluble en todos los ácidos escepto en el agua regia.

No se encuentra mas que en granos y pepitas, diseminadas en las arenas qus contienen el oro en el Chocó, en la Nueva Granada, en el Brasil, en los montes Urales, y en Guadalcanal en España. La descubrió el célebre español Ulloa.

Oro. Es un metal de un hermoso color amarillo de yema de huevo, muy brillante despues de pulimentado, blando, muy dúctil, tenáz y maleable, y el mas pesado de todos despues de la platina.

Se encuentra en la naturaleza nativo y aleado con otros metales, principalmente con la plata, cobre y teluro. Se encuentra ordinariamente dentrítico, en láminas, filamentos, ó granos, tambien se encuentra cristalizado en formas derivadas del cubo. Considerado bajo el aspecto geológico se halla en tres clases de criaderos: 1.° en capas pertenecientes á las rocas primitivas: 2.° en vetas que atraviesan estas mismas rocas; 3.° en aluviones antiguos ó depó-

sitos arenáceos, en las arenas de los rios y sobre todo en las ferruginosas. Las minas mas abundantes de oro son las de Nuevo-mundo; pero la mayor parte del oro proviene de las lociones de las arenas auríferas.

Plata. Es un metal de un color blanco susceptible de un hermoso pulimento, mas duro que el oro, dúctil, maleable y muy sonoro. Se halla en la naturaleza nativa, aleada, mineralizada por el azufre y combinada con ácido hidroclórico.

La plata nativa se presenta cristalizada en cubos y bajo diversas formas imitativas. Sus aleaciones mas frecuentes son con el oro, cobre y antimonio.

Los minerales de plata se hallan en los terrenos primitivos y estratificados muy pocas veces en los secundarios, y ninguna en los de aluvion y volcánicos. Las minas de plata existen en todas las partes del globo; pero las mas ricas son las del Nuevo-Mundo.

Mercurio. Es un metal de color blanco de plata muy brillante, líquido á la temperatura ordinaria, sólida á 40° del termómetro centígrado y en este caso es algo mas maleable: se volatiliza al calor. Se encuentra en la naturaleza nativo, aleado con la plata, sulfurado, combinado con los ácidos y bituminoso.

Los minerales de mercurio no existen mas que en las capas donde principian los terrenos

secundarios, y particularmente en las areniscas ó gres, en los esquistos calizos bituminosos y en arcillas carbonosas. Las minas principales de este metal son las de Almaden en España, las de Idria y las del Perú.

Leccion 51.

Cobre. Es un metal de color rojo mas duro que la plata, el mas sonoro de todos los metales, frotado despide un olor nauseabundo y admite un hermoso pulimento. Espuesto al contacto del aire, y mas si está húmedo, se le apaga el brillo, se cubre su superficie de un orin verde. Los ácidos mas débiles tienen sobre él una accion marcada.

Se halla en la naturaleza nativo, oxidado, sulfurado y unido á los ácidos formando sales. Existe el cobre nativo cristalizado en cubos y tambien en varias formas imitativas. Las variedades mas hermosas vienen de Cornouailles. El cobre unido al zinc forma el laton, unido al estaño el bronce, y al nikel un metal blanco que imita muy bien la plata.

Niquel. Es un metal de color blanco de plata algo agrisado, muy dúctil, maleable y tenáz con estructura fibrosa. Es magnético lo mismo que el hierro y el cobalto, y se encuentra en la naturaleza sulfurado, oxidado y unido al arsénico. Se emplea hace poco tiempo en aleacion

con el cobre para diferentes usos.

Plomo. Es un metal de color gris lívido, de un lustre bastante vivo en la superficie reciente ó en la raya, que se apaga prontamente al aire, es maleable; pero poco dúctil y menos tenáz, no tiene sonido cuando se dobla, esparce frotado un olor desagradable, se funde antes de enrojecerse, cristaliza en octáedros. Antiguamente se llamó Saturno.

Raras veces se encuentra nativo: se halla mineralizado por el azufre, oxidado y combinado con los ácidos. Los minerales de plomo se encuentran lo mismo en los terrenos primitivos que en los secundarios. El mas abundantemente esparcido es la galena ó plomo sulfurado. Las minas de esta especie abundan en nuestro suelo, especialmente en los reinos de Granada y Jaen. El mayor número de variedades contiene plata.

Estaño. Es un metal blanco de plata, mas duro, dúctil y tenáz que el plomo, cuando se pliega produce un ruido al que se ha llamado *grito del estaño*: es muy fusible y se oxida facilmente al aire. Los minerales de este género tostados y fundidos con el vidrio comun le comunican un color blanco lechoso. Se duda que exista nativo pero se halla oxidado y combinado con el azufre. Se encuentra en los terrenos primitivos: existe en España en el reino de Galicia, en Inglaterra y en América.

Hierro. Es un metal de color gris azulado,

duro, dúctil, maleable y el mas tenáz de todos los metales; su testura es granujienta y algun tanto laminosa, es atraible por el iman, y adquiere facilmente las propiedades magnéticas.

Se halla en la naturaleza nativo, aleado, oxidado, sulfurado y combinado con los ácidos formando sales. Las especies de este género se encuentran en todos los terrenos y en todos los paises.

Zinc. Es un metal blanco azulado, brillante en su fractura reciente, la que se empaña muy pronto al aire, de testura laminosa, maleable aunque no perfectamente dúctil, frágil si se calienta y hasta puede reducirse á polvo; arde facilmente con una llama azulada y esparciendo unos copos blancos. Los minerales de zinc fundidos al soplete con limaduras de cobre, dan un boton metálico de laton.

Se halla oxidado, sulfurado y unido á los ácidos. Existen los minerales de este género en los terrenos primitivos, secundarios y de trancision. Algunas especies se hallan en España.

Cobalto. Es de un color gris claro parecido al estaño, poco brillante, duro, frágil, de grano muy fino y unido ó compacto, tiene propiedades magnéticas. Se halla en la naturaleza aleado con el arsénico, oxidado y unido á los ácidos.

Leccion 52.

De los óxidos y de los ácidos. Caracteres

que los distinguen. Propiedades mas notables de los óxidos y de los ácidos.

Llámase óxido la combinacion no ácida del oxígeno con un cuerpo simple, y cuyo principal caracter es no enrogecer la tintura azul de tornasol.

Los óxidos se dividen en dos secciones: metaloideos y metálicos. Los primeros resultan de la combinacion del oxígeno con un metaloideo, y los segundos de la del mismo gas con un metal.

Acidos son compuestos mas ó menos solubles en el agua, de un sabor agrio, ó cáustico que debilitándolo se hace agrio, que enrogecen los colores azules vegetales, como la tintura de tornasol; que se dirigen si no se descomponen, al polo positivo de la pila de Volta, y que se combinan con las bases salificables para formar sales.

Divídense en cuatro géneros: oxácidos metaloideos, oxácidos metálicos, ácidos metaloidicos y ácidos orgánicos. Los primeros están formados por la combinacion del oxígeno con un metaloideo; los oxácidos metálicos están formados por el oxígeno combinado con un metal; los ácidos metaloidicos por la combinacion de dos metaloideos sin oxígeno; y los ácidos orgánicos resultan de la combinacion de dos, tres ó cuatro elementos simples, siendo regularmente uno de ellos el oxígeno.

De las sales. Sales neutras, ácidas, alcalinas.

Sus caracteres principales. Sales son los compuestos que resultan de la íntima combinacion de un ácido con una ó muchas bases salificables. Las sales se llaman ácidas ó sobre sales, si predominan en ella las propiedades del ácido; básicas ó bajo sales si predominan las de la base, y neutras, si están completamente destruidas ó neutralizadas las propiedades del ácido y las de la base.

Las sales ácidas enrogecen la tintura azul de tornasol; las básicas tienen la propiedad de poner verde el jarabe de violetas, enrogecer el papel de curcuna, y volver al azul los colores enrogecidos por los ácidos: las neutras no enrogecen la tintura de tornasol, ni enverdecen el jarabe de violetas.

Propiedades de algunas de las sales mas útiles, como la sal marina, el salitre ó nitrato de potasa, el yeso ó sulfato de cal, la alúmina, el carbonato de cal y el fosfato de cal.

El cloruro de sodio ó sal marina es una sustancia soluble en el agua, de un sabor salado muy conocido, por lo comun blanca, diáfana, algunas veces de color de rosa, rojo jacinto y gris de perla, testura laminosa, con fracmentos cúbicos, y tambien fibrosa y granugienta. Se encuentra en dos estados diferentes: disuelta en las aguas del mar, y fuentes saladas, y en bancos ó montones mas ó menos grandes, en los terrenos secundarios y terciarios. Las minas de sal comun mas célebres son las de Vielizka

en Polonia, y las de Cardona en España.

El salitre ó nitrato de potasa se distingue por su sabor fresco y algo picante, sus prismas exaedros blancos y semitrasparentes, y sobre todo por la viva deflagracion que produce cuando se le hecha sobre carbones encendidos.

El sulfato de cal es muy abundante en la naturaleza en estado de hidrato, llamándose comunmente espejuelo ó piedra de yeso: es blanca, mas ó menos cristalina segun su grado de pureza, y poco soluble en el agua. Calcinada en los hornos pierde una porcion de agua, y dá el yeso, que unido de nuevo con el agua forma una masa adhesiva y tenáz.

La alúmina ú óxido de aluminio es blanca, suave al tacto, se pega á la lengua, es infusible, no tiene accion sobre el oxígeno, aire y cuerpos combustibles: es insoluble en el agua, pero absorve una gran cantidad de este líquido, y forma una pasta malaxable. Se combina no solo con los ácidos sino tambien con las bases enérgicas, como la potasa y sosa caústicas. Cuando se la ha calcinado fuertemente se une á los ácidos con dificultad.

El carbonato de cal es blanco, insípido, insoluble en el agua, á no ser que haya exceso de ácido: en la naturaleza se halla cristalizado en diversas formas. Mas ó menos puro forma el espato de Islandia, la aragonita, los diversos mármoles y piedras calcáreas.

Bajo el nombre de fosfato de cal se comprenden cinco sales: una neutra, dos ácidas y dos básicas. La mas interesante es aqui la que constituye la parte mineral de los huesos de los animales: está formada de un átomo de fosfato neutro, y dos de fosfato sexquibásico. Se halla unida en los huesos á la gelatina, al carbonato de cal, y probablemente á un poco de fluoruro de calcio.

Elementos de las materias orgánicas. Cuatro son los elementos de que se componen las materias orgánicas: á saber, oxígeno, hidrógeno, azoe y carbono. A veces se encuentran en las materias orgánicas el azufre, el cloro, el yodo, el fluor, y algunos otros cuerpos metaloideos y metálicos; pero no son principios esenciales y constantes en la formacion orgánica.

¿Cómo sucede que un corto número de elementos produce tan gran número de materias orgánicas?

Una pequeña variacion en la proporcion de estos principios ó en el órden de su combinacion es suficiente para producir sustancias muy diversas. Pero la manera de verificarse combinaciones tan variadas, que den lugar á un tan crecido número de sustancias orgánicas, es un arcano en el que reconocemos con caracteres nada equívocos un rasgo de la sabiduría infinita del Criador.

FIN.