

ASOCIACION FISICA ARGENTINA

INFORMES Y COMUNICACIONES DE LA TERCERA REUNION DEL
NUCLEO DE FISICA

LA PLATA, Instituto de Física, Agosto de 1944

Preside: DR. HÉCTOR ISNARDI

SESION DEL 29 DE AGOSTO

Informes:

E. LOEDEL PALUMBO (La Plata). *La Temperatura, el Tiempo y las Magnitudes Físicas.*

Como es sabido algunos autores sostienen que la temperatura no es una magnitud física. Entre nosotros, el representante más conspicuo de esa tendencia es el profesor Dr. Teófilo Isnardi.

En un trabajo reciente (*) tuve oportunidad de analizar detalladamente los argumentos que se pretenden hacer valer para negar a la temperatura el carácter de magnitud física. Creo haber demostrado que esos argumentos son del todo inconsistentes. En este trabajo sostendré la siguiente tesis: *Cualquier argumento que se pretenda hacer valer para negar a la temperatura el carácter de magnitud, es aplicable también al tiempo.*

Si se me permite emplear términos jurídicos diría: temperatura y tiempo tienen exactamente el mismo derecho de ser considerados magnitudes físicas.

Hablamos siempre de «la temperatura», así, en singular, tanto que nos refiramos a las indicaciones de un termómetro de mercurio o a otro de alcohol, o a otro de hidrógeno o al parámetro T que figura en las ecuaciones de la termodinámica.

(*) E. LOEDEL PALUMBO. *La temperatura y las magnitudes físicas.* Anales de la Sociedad Científica Argentina, 1943, tomo CXXXV, Entregas III y sig.

Sabemos, sin embargo, que las indicaciones de dos termómetros diferentes coinciden sólo en los puntos fijos de la escala convencionalmente adoptada. Tenemos así tantas temperaturas diferentes como sustancias y escalas distintas se nos ocurra adoptar. Si entre estas infinitas temperaturas preferimos una determinada, ello es asunto de mera convención, y en esta convención nos dejamos guiar por las ventajas que *esta* temperatura tiene con respecto a *aquella*.

El carácter convencional en lo que se refiere a la elección de *una* temperatura está tan patente, que es sin duda alguna esta circunstancia la que ha hecho considerar que *esa* temperatura, así, tan arbitrariamente elegida, no es una magnitud física como lo son en cambio, por ejemplo, longitud, tiempo o volumen.

Sin embargo, «la longitud» y «el tiempo» que habitualmente usamos en la física son también el resultado de convenciones más o menos arbitrarias. No me referiré aquí a la longitud y a la posibilidad de elegir otro grupo de axiomas de congruencia que nos llevarían a la necesidad de tener que considerar muchas longitudes porque todo esto parecería que son sutilezas de orden filosófico. Me referiré, pues, únicamente al tiempo. Disponemos aquí de muchos *relojes* como allá disponíamos de muchos *termómetros*. Tenemos *un* tiempo definido por el ángulo horario del Sol, *otros* por los ángulos horarios de la Luna o de tal o cual planeta o estrella, etc. El siguiente cuadro permite apreciar este paralelismo formal.

Relojes	Termómetros
Sol	mercurio
Luna	alcohol
estelares { Sirio Antares Punto Vernal	gases reales { hidrógeno oxígeno helio
Ecuaciones mecánicas	Ecuaciones termodinámicas

Poincaré, en su obra «La Valeur de la Science», pág. 44, dice:

«No hay manera de medir el tiempo que sea más verdadera que otra; la que es generalmente adoptada es sólo más cómoda. De dos relojes, no tenemos derecho alguno de decir que el uno marcha bien y el otro mal, podemos solamente decir que se tiene cierta ventaja al referirse a las indicaciones del primero».

Si definimos el tiempo por un reloj de Sol aparecerá muy sencilla la ley del movimiento diurno de ese astro, pero más complicadas otras leyes de la física (las de la electrólisis, por ejemplo) y figuraría por todas partes la ecuación del tiempo de los astrónomos, lo que sería sin duda alguna muy apreciado por los adoradores del Sol, que tendrían así un motivo más para suponerlo causa, dueño y señor de todo el universo, ya que, entre otras cosas, la posición del Sol sería la *causa* de la irregularidad en el movimiento de los péndulos. A continuación hacemos resaltar el paralelismo formal entre tiempo y temperatura.

Las indicaciones de un reloj de Sol difieren bastante con las de otro de Luna, siendo en cambio casi coincidentes las de los distintos relojes estelares.

El tiempo definido por un reloj estelar cualquiera difiere muy poco del tiempo definido por las ecuaciones de la mecánica que corresponde a las indicaciones de un reloj ideal.

Los tiempos $t_1; t_2; t_3; \dots$ definidos por los relojes $R_1; R_2; R_3; \dots$ están vinculados al tiempo t , definido por las

Las indicaciones de un termómetro de mercurio difieren bastante con las de otro de alcohol, siendo en cambio casi coincidentes las de los termómetros de gases.

La temperatura definida por un termómetro de gas cualquiera difiere muy poco de la temperatura definida por las ecuaciones de la termodinámica que corresponde a las indicaciones de un termómetro de gas ideal.

Las temperaturas $t_1; t_2; t_3; \dots$ definidas por los termómetros $T_1; T_2; T_3; \dots$ están vinculadas a la tempera-

ecuaciones de la mecánica, por funciones más o menos complicadas:

$$t = F_i(t_i).$$

(Ecuación del tiempo en el caso del Sol).

tura t , definida por las ecuaciones de la termodinámica, por funciones más o menos complicadas:

$$t = F_i(t_i).$$

(Fórmula de Lord Kelvin).

Consideramos, pues, que constituye una verdadera injusticia el tratar de impedir que «la señora temperatura» entre al viejo recinto de las magnitudes físicas.

Discusión:

T. ISNARDI (Buenos Aires).

La división del tiempo no puede hacerse con análoga arbitrariedad con que se elige una escala de temperatura empírica, porque aquella debe satisfacer al principio de casualidad (o determinista). En tal sentido el tiempo *causal* de la física clásica (mejor dicho: el «intervalo» o «duración») es una magnitud y no lo es la temperatura empírica, entendiendo por «magnitud» la noción habitual (véase, por ej., F. Enriques; *Questioni riguardanti le matematiche elementari*. Tl, p. 289). Ignoro si el Dr. Loedel Palumbo utiliza otra.

El tiempo de la teoría especial de la relatividad es, en cada sistema inercial, *exactamente el mismo tiempo causal de la física clásica*.

G. Beck (Córdoba). En la discusión sobre magnitudes físicas creo que es posible y tal vez útil tomar una posición intermediaria entre los dos puntos de vista expresadas por los Doctores T. Isnardi y E. Loedel Palumbo.

Para la descripción de fenómenos físicos tenemos que elegir arbitrariamente tres magnitudes derivables de centímetros gramos y segundos. En principio, cualquiera tres combinaciones independientes de cm., gr. y sec., pueden servir y, entre otras, podemos elegir la energía ($\text{grcm}^2\text{sec}^{-2}$). Utilizando la relación de Boltzmann

$$E = k \cdot T = k \cdot f(t)$$

y atribuyendo a la constante k de Boltzmann arbitrariamente la dimensión de un número, podemos considerar la temperatura (en una escala arbitraria) como una de las tres magnitudes básicas, de acuerdo con la opinión del Dr. Loedel Palumbo. Del punto de vista práctico, tal posibilidad presenta, sin embargo, poco interés.

Nosotros, por razones históricas, estamos acostumbrados a utilizar el tiempo como una de las tres magnitudes fundamentales. Como mostró el Doctor T. Isnardi, el postulado de mantener la forma habitual (arbitraria, pero también aceptada por costumbre) del principio de causalidad, ya es suficiente para determinar la escala del tiempo. Una vez el tiempo y p. ej., el centímetro y el grama elegidos, la temperatura queda una magnitud derivada que, en la forma eligida de la descripción de los fenómenos, ya no puede exigir el mismo carácter fundamental que el tiempo. En el informe siguiente el Doctor E. Sabato expondrá un trabajo muy interesante que prueba que incluso la termodinámica fenomenológica puede ser formulada sin utilizar explícitamente el concepto de temperatura.

E. SABATO (Buenos Aires). *El Concepto de Temperatura en la Termodinámica Fenomenológica.*

El Primer Principio es la expresión de la conservación de la energía en los procesos termodinámicos y se refiere a cantidades de calor y trabajo; nada tiene que hacer allí el concepto de temperatura; su intervención se debe al hecho histórico de que las cantidades de calor fueron definidas y medidas con la ayuda de termómetros.

El concepto de temperatura está esencialmente vinculado al Segundo Principio, que en cierto modo puede ser considerado como una *definición* de la temperatura. Es muy discutible, pues, la posibilidad y la legitimidad de cualquier noción de temperatura antes de este principio.

En el trabajo expuesto en esta reunión se trata de seguir otro camino, llegando hasta el segundo principio sin la ayuda de termómetros y definiendo luego la temperatura en la forma

de Lord Kelvin. En líneas generales, el método consiste en definir el estado de un sistema mediante otros parámetros, prescindiendo de la temperatura; por ejemplo, mediante la presión y el volumen en el caso sencillo de un gas. De este modo es posible realizar la experiencia de Joule sin la ayuda de termómetro; se define así la energía interna y luego las cantidades de calor. Mediante el conocimiento de los parámetros de estado se pueden calcular, pues, las cantidades de calor entregadas o absorbidas por un sistema.

Hasta llegar al Segundo Principio se evita sistemáticamente la noción de *equilibrio térmico* entre dos o más cuerpos, porque esta noción arrastra esencialmente el Segundo Principio. Este principio es enunciado en forma parecida a la corriente, prescindiendo, sin embargo, de la idea de temperatura y hablando de fuentes que puestas en contacto intercambian cantidades de calor. Se deducen luego una serie de teoremas y se arriba a la definición de temperatura absoluta mediante el rendimiento de una máquina térmica. Sin necesidad de gases ideales ni de ciclos de Carnot (lo que representa una economía respecto del camino) se puede definir la entropía de un sistema y finalmente establecer la fórmula de Lord Kelvin, que permite pasar de la temperatura absoluta a una temperatura empírica definida mediante un termómetro cualquiera.

Mediante este camino la construcción de la termodinámica fenomenológica se hace más lógica y económica; además muestra que la temperatura no es un concepto esencial sino reducible a otros más básicos (trabajo), tal como ya la estadística lo ha hecho por su lado.

Finalmente, el trabajo no pretende ser una fundamentación axiomática de la termodinámica. Tal fundamentación no parece posible en el estado actual. La termodinámica se construye — por lo menos hoy — sobre la base de conceptos mecánicos y electrodinámicos; no se comprende, pues, cómo ha de ser posible una fundamentación axiomática de la termodinámica siendo que debe basarse en ramas de la física que no forman un sistema lógico cerrado. Todo intento de este género debe llevar, por lo tanto, a contradicciones intrínsecas; en particular, la *reversibilidad* que se supone en las leyes de la mecánica y de la electrodinámica clásica se hallará en contradicción con el Segundo Principio.

Comunicaciones:

A. L. MERCADER y A. I. DE DIEGO (La Plata). *Análisis Espectral Cualitativo de Gérmenes.*

Se analizaron por absorción los lisados de cinco gérmenes: Coli, Piociánico, Carbunco, Estafilococo y Pasteurella, cultivados en caldo común, así como también el medio en que cultivaron.

Los espectrogramas obtenidos fueron de absorción continua, desde el lejano ultravioleta al visible. Posiblemente debido a la presencia de un complejo de sustancias, de composición química a cadena abierta.

Igual procedimiento se utilizó con una suspensión de virus de Encefalomiélitis Equina en agua bidestilada, cultivado en cerebro de cobayo. El resultado obtenido fué igual a los anteriores.

Se realizó el análisis cualitativo de los elementos componentes de los gérmenes, por el método de emisión. Se ensayaron cinco procedimientos: 1) Chispa con lisado de gérmenes y electrodos de Platino. 2) Arco y chispa de una parta de gérmenes con electrodos de Cobre y de Hierro. 3) Chispa y arco producidas en un ambiente pulverizado con lisado de gérmenes y por insuflación de este lisado dentro de la llama. 4) «Funkenbogen», haciendo saltar la descarga entre dos gotas de la solución. 5) Arco entre electrodos de Carbón, con la sustancia en el electrodo negativo inferior. Estos dos métodos últimos, fueron los que dieron mejores resultados.

Los electrodos en el último caso fueron de Grafito Acheson tratados por ácidos clorhídrico y nítrico en caliente durante 20 hs. y luego sometidos a una corriente de 200 a 260 A, operación repetida varias veces.

El análisis comparativo entre el Piociánico, Subtilis y Coli dió *Fe, Ba, Ca, Si, Bo, P Mn, Mg, Na, Sr, C, K y Cu*, en todos y ciertas diferencias respecto a cada germen en lo referente al *Pb, Al, Ni y Cr*.

F. VIERHELLER y M. G. Malfatti (La Plata). *Estudio sobre Roentgendiagramas de Cálculos Biliares.*

Resulta de nuestras investigaciones que los Roentgendiagramas de las concreciones biliares de numerosos enfermos

muestran siempre líneas de difracción correspondientes al colesterol con un grado de intensidad en correlación con la riqueza del mismo en las concreciones estudiadas. Los autores que se han ocupado anteriormente del tema en Alemania y Estados Unidos han citado en sus trabajos una sola distancia de 32 U. A., mientras que nosotros sostenemos haber encontrado otras líneas correspondientes a determinadas distancias intra — e intermoleculares.

El material, objeto de este estudio, ha sido perfectamente clasificado en cuanto a su origen clínico salvo en los primeros ensayos en que solo deseábamos conocer la posibilidad y probabilidades que tenían nuestras investigaciones.

Los cortes de las concreciones biliares fueron sometidos a los raxos X en el aparato de la General Electric XRD del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad de La Plata.

Obtenidos numerosos diagramas mediante la técnica Laue-Debye y efectuando los cálculos correspondientes que detallamos en el trabajo original hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. La distancia de 16,31 UA correspondería al tamaño de la molécula del colesterol,

2. la distancia de 6,075 UA a la distancia entre los límites de los tres primeros anillos aromáticos,

3. la distancia de 4,92 UA a la distancia entre los dos primeros anillos aromáticos y

4. el valor numérico de 32,62 UA correspondería al espacio que ocupan dos moléculas de colesterol, colocadas la una al lado de la otra en el sentido de su mayor extensión.

5. El valor de 3,8 UA corresponde probablemente a la distancia entre dos moléculas situadas en dos paralelogramas.

6. El valor de 5,41 UA sería el de la distancia entre dos moléculas ubicadas en igual sentido por detrás y delante de la molécula considerada en el plano del papel.

7. Los demás valores de 10,87 — 6,52 — 4,66 y 3,63 UA pertenecen a órdenes mayores e impares del valor primitivo de 32,62 UA.

8. Hemos medido los ángulos de los paralelogramas que corresponden a cristales de colesterol puro (pertenecientes al sistema monoclinico según nuestros estudios de polarización y

trabajos de autores anteriores), arrojando un valor de $100^{\circ} 20'$ y de $79^{\circ} 40'$ respectivamente en forma aproximada, y

9. Hemos tratado de distribuir y ubicar dos moléculas de colesterol dentro de un paralelograma, consiguiendo una distribución sobre cuya exactitud podremos pronunciarnos más categóricamente en trabajos que publicaremos en el futuro.

A. RODRÍGUEZ (La Plata). *Estudio de la Orientación de los Microcristales de Bismuto en Láminas obtenidas electrolíticamente y por Condensación de sus Vapores en el Vacío y posible Influencia de un Campo Magnético intenso en dicha Orientación.*

El presente trabajo, que se viene realizando en colaboración con el Sr. José A. Balseiro, tiene por objeto estudiar la orientación de los microcristales de bismuto en láminas policristalinas obtenidas electrolíticamente y por condensación de sus vapores en el vacío, y su posible modificación por la acción de un campo magnético intenso durante el proceso de cristalización.

La suposición de que pueda existir esa modificación está fundada en el conocimiento de la siguiente propiedad que posee el bismuto y que fué puesta de manifiesto por los trabajos de A. Goetz y M. F. Hasler⁽¹⁾: si se hace crecer un cristal de bismuto de tal modo que una mitad lo haga normalmente y la otra bajo la acción de un campo magnético intenso, se observa que el cristal así obtenido aunque no presenta discontinuidad cristalográfica visible, muestra una marcada discontinuidad en las propiedades eléctricas; en efecto, las dos mitades exhiben un potencial termoeléctrico en su unión.

En trabajos posteriores A. Goetz y R. C. Hergenrother⁽²⁾ han probado que esa discontinuidad en las propiedades eléctricas no se debe a una modificación de los parámetros que caracterizan al cristal elemental, sino que más bien debe atribuirse a la forma en que esos cristales elementales se arreglan o colocan para constituir la malla cristalográfica, cuando actúa o no el campo magnético.

⁽¹⁾ *Phys. Rev.* Vol. 36, pág. 1752 (1930).

⁽²⁾ *Phys. Rev.* Vol. 40, N° 2. Pág. 137 (1932).

Puesto que las diferencias debidas a este mayor o menor grado de perfección en el arreglo o acomodación de los cristales elementales para constituir la malla cristalográfica no puede ser puesta de manifiesto roentgenográficamente, nosotros hemos pensado que esa diferencia, si podría ser revelada con el auxilio de los Rayos X, en el caso de láminas policristalinas, en las cuales los cristales elementales se orientan al azar o a lo sumo según una dirección de privilegio.

Sintéticamente los resultados obtenidos hasta el presente son:

a) *Láminas electrolíticas*

1) Se han obtenido láminas de espesores que varían entre 0.01 y 0.05 mm. utilizando una solución perclórica de óxido de bismuto, anodo de bismuto y cátodo de acero al cromo níquel.

2) La bondad del depósito depende esencialmente de la densidad de corriente, siendo la óptima de 5 mA por cm^2 .

3) Existe una orientación según la normal al cátodo que no depende del cátodo utilizado. Esa orientación se *define* con el aumento de espesor de la lámina.

4) No existe ninguna modificación cuando actúa un campo magnético cuya intensidad es del orden de los 4000 Gauss.

b) *Láminas obtenidas por condensación de sus vapores*

1) Se han obtenido láminas de espesores que varían entre 0.01 y 0.1μ condensando los vapores en un soporte de celuloide.

2) Existe una orientación según la normal al soporte que se *define* a medida que aumenta el espesor.

3) El grado de orientación es una función de la temperatura y de la espontaneidad de la evaporación.

4) La orientación se produce siempre según la normal al soporte y no depende de la inclinación del soporte respecto de la dirección de incidencia de los vapores.

5) No existe ninguna modificación cuando actúa un campo magnético cuya intensidad es del orden de los 8000 Gauss.

H. ISNARDI (La Plata). *Espéctroscopía de Soluciones.*

Descripción del dispositivo experimental para el estudio del espectro de soluciones. El líquido corre en forma de gotas, mo-

jando los terminales de una chispa, que, según el caso, se eligen de material apropiado (*Ni, Cu, Fe, Ag, Pt, C*). Los espectrogramas han sido obtenidos utilizando el espectrógrafo Zeiss de tres prismas de vidrio y cámara de 84 centímetro de foco.

Con el método descrito hemos podido verificar la presencia de *Cs, Rb, Li, Sr* y *Ba*, disueltos en agua al estado de cloruro, para concentraciones de 10^{-7} para *Cs*; 10^{-8} para *Rb* y 10^{-9} para *Li, Sr* y *Ba*, así como también, la presencia de alguno de estos elementos y de muchos otros en aguas minerales argentinas, en las aguas potables de las ciudades de Buenos Aires y de La Plata, en semillas vegetales y en líquidos y órganos humanos y animales.

La descripción detallada del dispositivo y resultados obtenidos por su medio serán publicados separadamente en esta revista.

O. RIAL (Buenos Aires). *Sobre la Teoría del Método del Estribo de LENARD para Medir Tensiones Superficiales.*

El llamado «método del estribo» propuesto por Lenard y colaboradores (Ann. d. Phys., 74, 381, 1924) y estudiado experimentalmente con detalle en su escuela de Heidelberg, en especial por Moser (id., 82, 993, 1927) y por Schwenker (ibid., 11, 525, 1931) es tal vez el mejor método conocido hoy para medir tensiones superficiales. Pese a ello y a consecuencia de que la exposición original de Lenard es demasiado escueta, este método suele aún suscitar dudas respecto de su limpieza teórica, tal como puede verse en Dorsey (Sc. Pap. of Bur. Stand., 21, 563, 1926) o en el completo y moderno tratado de Adam: The Physics and Chemistry of Surfaces, 3ª. ed., 1941, pág. 383.

El primer objeto de este trabajo es, pues, deducir las ecuaciones utilizadas en el método del estribo, con sus respectivas correcciones, en forma rigurosa y detallada, para poner en claro su exactitud de principio. En segundo lugar se demuestra cómo, conduciendo el cálculo en forma diferente de la sugerida por Lenard, se obtienen fórmulas finales distintas, más simples y más precisas que las utilizadas corrientemente.

Cuando un cuerpo descolante filiforme se levanta de la su-

* perficie de un líquido cualquiera, la resultante de todas las fuerzas verticales que lo empujan hacia abajo vale:

$$P = \int_{l_2}^{l_1} [2(\alpha + hsr) \operatorname{sen} Q - G_\sigma] dl$$

en donde: α = tensión superficial; h = altura de la película líquida; s = peso específico del líquido; r = radio del hilo; l = longitud del mismo; Q = ángulo variable que forma la película con el horizonte, en el hilo; G_σ = el empuje de Arquímedes correspondiente al elemento de volumen del hilo sumergido; y, P = el peso (fuerza) necesario para mantener el equilibrio, registrado por una balanza ad-hoc.

El valor que hace máxima esta función en el caso de un estribo, y previa la introducción de varias correcciones, es:

$$\begin{aligned} P_{\text{máx}} = & 2l\alpha + 2lras \left[1 + \frac{lr + \pi r^2}{2l(a + 2r)} \right] - \\ & - \frac{1}{2} \pi r^2 ls + 4R\alpha \left[1 - \sqrt{1 - r^2/R^2} - \operatorname{arc} \operatorname{sen} r/R \right] + \\ & + 2Ras \left[r \left(2 - \sqrt{1 - r^2/R^2} \right) - R \operatorname{arc} \operatorname{sen} r/R \right] \quad (1) \end{aligned}$$

en donde: a = constante capilar = $\sqrt{2\alpha/s}$; R = radio del alambre del marco del estribo; y las demás letras tienen el significado que ya hemos dicho.

Despejando de esta igualdad el valor de la tensión superficial para estribos con alambre de medida del orden de 0,1 mm. de radio o menos, y marcos de 0,5 mm. como máximo, se obtiene la llamada «ecuación reducida» de Lenard.

$$\alpha = \alpha' - r \left(\sqrt{2\alpha's} - \frac{2\alpha'}{l} \right) + r^2 \left[\left(1 + \frac{\pi}{4} \right) s - \frac{3}{l} \sqrt{2\alpha's} \right]$$

en donde: $\alpha' = \frac{P}{2l}$ (tensión superficial «bruta» de Lenard).

Se puede llegar a resultados más satisfactorios calculando, no el valor que hace P máx., sino el que hace ΔP máx. Para

ello no hay más que imaginar una rotura ficticia de la película líquida a medida que el estribo se va elevando de la superficie, con lo que desaparecen en el desarrollo las correcciones debidas a la emergencia del marco. Si se introducen además variables circulares en el estudio de las restantes correcciones, se obtiene la siguiente igualdad:

$$\Delta P_{\text{m}á\text{x}} = 2l\alpha + 2lras \left[1 + \frac{r}{2(a+2r)} \right] - \frac{1}{2} \pi r^2 ls + 2\alpha r \left(\frac{r}{R} - 2 \right) + asr^2 r/R$$

en lugar de la complicada ec. (1), y en donde las letras tienen el significado usual.

De ahí se deduce una nueva ecuación reducida:

$$\alpha = \alpha' - r \left(\sqrt{2\alpha's} - \frac{2\alpha'}{l} \right) + r^2 \left[\left(1 + \frac{\pi}{4} \right) s - \frac{3}{l} \sqrt{2\alpha's} \right] - \frac{\alpha' r^2}{lR}$$

en donde es: $\alpha' = \frac{\Delta P}{2l}$.

Para un estribo tipo de 30 mm. de longitud y 0,1 mm. de espesor, con un marco de 0,5 mm. y actuante en agua, el error que introduce en la medida de la tensión superficial al reemplazar P por ΔP es de 0,02 %, mucho menor que la más precisa de las mediciones conocidas. En el mismo caso, la ecuación reducida de Lenard introduce un error de 0,5 %, mientras que la ecuación propuesta dá sólo 0,13 %. A este respecto debe tenerse en cuenta que el método del estribo permite mediciones de la tensión superficial con una precisión ya del orden del 0,5 %.

M. BUNGE (Buenos Aires). *El Spin total de un Sistema de más de dos Nucleones.*

Se demuestra que en el caso de más de dos nucleones, el spin total deja de ser una integral del movimiento realizado bajo la influencia de fuerzas entre los spins. Tales fuerzas son, en

consecuencia, suficientes para explicar procesos tales como la inversión de un spin, observados por Tsien.

G. BECK (Córdoba). *El Campo Electromagnético en la Teoría de DIRAC.*

Las dificultades encontradas en la teoría cuántica me llevaron a estudiar las clases de variables utilizadas en distintas teorías físicas.

La mecánica de *Newton* y de *Einstein* necesita dos clases de variables

a) variables cinéticas

$$u_i \quad (o \quad \vec{v})$$

b) variables del campo

$$A_i \quad (o \quad \vec{E}, \vec{H}).$$

En lugar de estas dos clases de variables se introducen en la mecánica de *Hamilton* y en la mecánica cuántica

b) variables del campo

$$A_i$$

c) variables canónicas

$$p_i = mc \cdot u_i - e/c \cdot A_i \quad (*)$$

y representan una descripción equivalente a la primera.

La teoría de *Dirac* introduce

a) variables cinéticas generalizadas

$$\vec{\alpha}, \beta$$

c) variables canónicas

P_i .

Si, entonces, decidimos considerar las matrices de *Dirac* como variables dinámicas independientes, la teoría de *Dirac* contiene, por la vinculación (*) que existe entre variables cinéticas y canónicas, implícitamente las variables del campo. Pues, ya es bastante dar a esta teoría una forma más apropiada, para hacer aparecer explícitamente el campo electromagnético fluctuante, que la teoría de *Dirac* atribuye el vacío.

Un desarrollo más detallado de estas consideraciones será dado en breve en una memoria en la *Physical Review*.

E. GAVIOLA (Córdoba). *Origen y Desarrollo de los Cometas.*

Los cometas son objetos difusos, a veces con cola, que presentan variaciones pronunciadas e irregulares de luminosidad a lo largo de sus órbitas elípticas o parabólicas.

La influencia de las ideas Laplacianas ha hecho suponer que los cometas son condensaciones de materia difusa interestelar o interplanetaria. Dichas condensaciones no estarían completadas y por eso los cometas aparecerían difusos. Estos estarían formados por un enjambre meteórico envuelto en una atmósfera de gas y de polvo.

Un modelo tal es insostenible: no tiene estabilidad mecánica; no puede describir las variaciones pronunciadas irregulares de luminosidad; la masa calculada en base a la luminosidad de un polpo meteórico de partículas de 0,1 micrón de diámetro resulta 10^{11} veces menor que la observada en algunos pocos casos por perturbaciones gravimétricas; en un cometa hay dispersión y no condensación de materia, como la revela el espectrógrafo.

Para describir satisfactoriamente los hechos observados hay que construir un modelo formado de un núcleo sólido de 1 a 50 km. de diámetro, que es desgasado en el vacío interplanetario, al acercarse al sol, por el calentamiento producido. El proceso de desgasamiento es a veces violento, produciéndose erupciones de gases y polvo de tipo volcánico. La luminosidad

de un cometa es proporcional a la cantidad de gas y polvo que pierde por segundo.

Al terminar el desgasamiento el cometa muere y se transforma en un asteroide, visible o no.

La vida de los cometas periódicos es corta: de decenas, centenas o miles de años. El origen debe ser, pues, reciente. La mayoría de los cometas brillantes descubiertos por primera vez lo son a los pocos años de nacer.

La clasificación usual de los cometas como pertenecientes a familias joviana, saturniana, neptuniana, solar, etc., indica que los cometas se originan en los astros que dan nombre a esas familias.

Ya Lagrange supuso en 1814 que los cometas tenían origen en la explosión de un planeta. El astrónomo ruso S. Vsessviatsky ha desarrollado en 1930-32 la hipótesis de que los cometa se originan en erupciones volcánicas de los grandes planetas. Vsessviatsky supone que la mancha roja de Júpiter indica la posición de un gran volcán en actividad desde 1878.

Como la velocidad de escape de Júpiter es de 60 km/seg, la velocidad inicial de un cometa al abandonar la superficie del planeta tendría que ser de ese orden de magnitud. Para producir tales velocidades no bastan los explosivos químicos ni radioactivos conocidos. Tampoco se conocen los explosivos que provocan las erupciones de las estrellas novae (velocidad inicial 3000 km/seg), de las prominencias eruptivas solares (v. i. 1000 km/seg), ni de las erupciones volcánicas terrestres.

La transformación del estado neutrónico de la materia según Landau, a presiones bajas, en materia común, o la descomposición de átomos más allá del límite de estabilidad del sistema periódico de los elementos ($z=119$) podrían, talvez, explicar los fenómenos observados.

Discusión:

S. GERSHÁNIK (La Plata). Conociéndose la masa de los cometas y la velocidad inicial conque debieran ser lanzados desde el planeta que les da presumiblemente origen, se conoce la energía que dicho planeta les entrega.

En la tierra se puede, además, por vía sismométrica, estimar la energía que se pone en juego en un fenómeno sísmico, sea éste de origen volcánico o de origen tectónico.

Ahora bien; como es plausible aceptar que la materia del planeta que expulsa un proyectil de su seno, recibe en el momento de la expulsión una cantidad de energía del mismo orden de grandor que éste, se puede, cotejando ambos grandores, juzgar si también de la tierra, y con fenómenos volcánicos como los que hoy en día se registran, pueden nacer cometas.

La energía que debe ser impartida en el foco de un terremoto para que se produzca una oscilación en un punto a distancia X de él, está dada por $\eta \frac{8\pi^3 B^2 \rho V X^2}{T}$ fórmula en la que η

es un coeficiente que depende del ángulo de incidencia y del rayo sísmico en el punto, y en el mismo: ρ la densidad del material, V la velocidad de propagación de una perturbación elástica, B la amplitud y T el período de la oscilación.

Con dicha fórmula resultaría, para el terremoto japonés del año 1923, una energía de unos 10^{25} ergs. Este terremoto fué de origen tectónico y uno de los más fuertes de los últimos tiempos. Los terremotos de origen volcánico se presentan con una energía mucho menor.

La idea del Dr. Gaviola de que pudiera ser que los planetas se expanden, y al hacerlo rompen la corteza de los mismos, aplicada al globo terrestre, encierra una nueva e interesante sugestión para explicar la causa de los terremotos. Trátase de una idea justamente opuesta a la de la contracción de los planetas por enfriamiento en base de la cual Dana, Heim y Suess explicaban estos fenómenos, así como los pliegues de las montañas.

La hipótesis de la contracción tuvo mucho auge hasta comienzos de este siglo, en que comenzó a desecharse porque el tamaño de los pliegues que se observan en las montañas no resultan compatibles con la variación de dimensiones que de acuerdo a la teoría debe experimentar una esfera que se enfría. En su lugar se ha puesto en boga la hipótesis de la translación de los continentes de Wegener. Pero también ésta está siendo objetada en razón de que no se encuentra una causa satisfactoria a la cual pueda atribuirse la translación.

E. GAVIOLA (Córdoba). En el caso de la eyección de un proyectil liviano por un cuerpo pesado la casi totalidad de la energía es llevada por el proyectil. Con 10^{25} ergios es posible lanzar desde la tierra, con 11 Km/seg. de velocidad inicial, un cuerpo de $1,7 \cdot 10^{13}$ gr. o sea $3 \cdot 10^{-15}$ veces la masa de la tierra. Si el cuerpo tiene una densidad media de 5,5 y es de forma esférica, su diámetro será de 200 metros. Suponiendo que las energías liberadas son proporcionales a las masas, los cometas emitidos por Júpiter (masa 318 veces tierra) con una velocidad inicial de 60 Km/seg. tendrían una masa de $2 \cdot 10^{14}$ gr. o sea $4 \cdot 10^{-14}$ veces la masa de la tierra. Para una densidad de 1,3 (densidad media de Júpiter) el diámetro del núcleo del cometa resultaría de 670 metros.

Las observaciones astronómicas muestran que las masas de los cometas son inferiores a 10^{-12} (tierra unidad) y los diámetros inferiores a unos pocos kilómetros. Las energías liberadas en movimientos tectónicos podrían generar, pues, cometas de dimensiones en armonía con las observaciones astronómicas.

TEMAS PROPUESTOS

50. - Estudiar la ecuación funcional

$$f(f(x)) = \frac{1}{x}.$$

L. A. Santaló