GAZETA DE FISICA

REVISTA DOS ESTUDANTES DE FÍSICA
E DOS FÍSICOS E TÉCNICO-FÍSICOS PORTUGUESES

VOL. 1, FASC. 7
ABRIL, 1948

FOTOGRAFIA DA IMAGEM DO «VIRUS INFLUENZA» OBTIDA COM O MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

(v. pág. 208)

(Esta fotografia foi gentilmente cedida pela R. C. A.)

GAZETA DE FÍSICA

Vol. I, Fasc. 7 Abril de 1948

SUMÁRIO

1. Tribuna da Física
Física y Filosofia por *Júlio Palacios* 193

2. Ensino Médio da Física
Àcerca da unidade métrica de massa por *Rómulo de Carvalho* 198

4. Exames do Ensino Médio
Pontos de exames do curso complementar de ciências
Resoluções de *Rómulo de Carvalho* 200
Pontos de exames de aptidão Resoluções de *Rómulo de Carvalho* 201

5. Exames Universitários
Pontos de exames Resoluções de *Glaphyra Vieira* 203

6. Problemas da Investigação em Física
Os mesões por *A. Gibert* 204

8. Divulgação e Vulgarização
O microscópio electrónico por *A. Marques da Silva* 208
A arte de contar fotões por *J. L. Destonches* 211

10. Química
Elementos transuranianos por *Marieta da Silveira* 213
Problemas de exames universitários Resoluções de *Alice Magalhães* 217
Pontos de exames do curso complementar de ciências
Resoluções de *Marieta da Silveira* 219

11. A Física nas suas Aplicações
A física em Biologia por *A. Nunes Aboim* 220

A matéria de cada artigo é tratada sob a inteira responsabilidade do autor.

RESPONSAVEIS DAS SECÇÕES

1. TRIBUNA DA FÍSICA
Armando Gibert

2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA
J. Xavier de Brito

3. ENSINO SUPERIOR DA FÍSICA
F. Soares David, Lídia Salgueiro e *António da Silveira.*

4. EXAMES DO ENSINO MÉDI0
Rómulo de Carvalho

5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS
Carlos Braga, João de Almeida Santos, Mário Santos, José Sarmento e *Glaphyra Vieira*

6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA
Manuel Valadares

7. PROBLEMAS PROPOSTOS
Amaro Monteiro

8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
Rómulo de Carvalho

9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA
Francisco Mendes

10. QUÍMICA
Alice Maia Magalhães, Afonso Morgenstern e *Marieta da Silveira.*

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES
Carlos Assunção, Ruy Luís Gomes, Kurt Jacobsohn, Flávio Rezende, Hugo Ribeiro e *Manuel Rocha.*

12. INFORMAÇÕES VÁRIAS
Direcção

DIRECÇÃO: *Jaime Xavier de Brito, Rómulo de Carvalho, Armando Gibert e Lídia Salgueiro*
TESOUREIRO: *Carlos M. Cacho;* SECRETÁRIOS: *Carlos Jorge Barral e Maria Augusta Pérez Fernández*
COLABORADORES DO ESTRANGEIRO: *Miguel Catalán* (Madrid), *A. Van Itterbeek* (Louvain), *Jean Rossel* (Zürich), *Pierre Demers* (Montréal — Canadá), *Marcel L. Brailey,* (Pittsfield, Mass. — U. S. A.)

PROPRIEDADE E EDIÇÃO: *Gazeta de Matemática, Lda.*

Correspondência dirigida a GAZETA DE FÍSICA — Lab. de Física — F. C. L. — R. da Escola Politécnica — LISBOA

NÚMERO AVULSO ESC. 10$00 — Assinatura: 4 números (1 ano) Esc. 30$00

Depositário: LIVRARIA ESCOLAR EDITORA — Rua da Escola Politécnica, 68-72 — Tel. 6 4040 — LISBOA

EM TODO O BRASIL: NÚMERO AVULSO 10 CRUZEIROS

Distribuidor exclusivo: LIVRARIA BOFFONI — B. Carias & C.ª Lda. — Rua Chile, 1 — RIO DE JANEIRO

Tipografia Matemática, Lda. — Rua Almirante Barroso, 20, r/c.— Lisboa-N

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Direcção: *J. Xavier de Brito — Rómulo de Carvalho — Armando Gibert — Lídia Salgueiro*

Vol. I, Fasc. 7 *Abril de 1948*

1. TRIBUNA DA FÍSICA

FÍSICA Y FILOSOFIA

En esta série de artículos com que *Gazeta de Física* contribuye tan eficazmente a poner de manifiesto la importancia grandísima que los estudios físicos tienen en todas las actividades humanas, tócame hacer ver cómo, en el momento presente, todo filósofo necesita tener ideas claras acerca de lo que ocurre en el campo de la física. Los libros con que se trata de satisfacer esta necesidad son ya abundantísimos, y ello es la mejor prueba de que la demanda existe. Hacer de su contenido una exposición, aunque fuera muy superficial, es imposible dentro de los limites que, razonablemente, ha de tener este artículo. Me limitaré a glosar algunos párrafos de mi reciente libro *Esquema físico del mundo,* escrito expresamente para los filósofos españoles.

Cuando la física del pasado siglo, sin salir de su proprio campo, engendró la técnica contemporánea, podía temerse que los mejores cerebros de la humanidad se dedicaran al cultivo de las ciencias positivas y abandonaran los temas puramente filosóficos. Por otra parte, el mundo de la realidad se presentaba como cosa sencilla y razonable; se podía ser físico sin filosofar, hacer física sin preocuparse de la metafísica. Las ciencias positivas parecían definitivamente separadas de la filosofía por una frontera bien definida, en la que estaban enclavados los sencillos axiomas o postulados que servían de arranque para explicar el mundo real. De allí partía el físico y, vuelto de espaldas a la región en que quedaba la filosofía, no tenía que hacer otra cosa que recorrer los caminos de la realidad, alumbrado con la luz de su razón. Y lo que fué descubriendo resulto claro, pero cada vez mas complicado; cada nuevo paso exigía utilizar a fondo el aparato matemático, y lo que se ganaba en claridad se perdía en sencillez. El mundo físico no resultaba sencillo, pero se interpretaba a la perfección con las teorías matemáticas, fruto de nuestra razon; era complicado pero razonable.

Las cosas han cambiado radicalmente en lo que va de siglo. Descubrimientos que no encajan en el esquema clásico, han obligado a volver atrás, al terreno de los princípios a la frontera con la filosofía. Y lo que parecía mera línea ficticia de separación, se dilata y transforma en honda y extensa comarca. Allí, en lo que era *tierra de nadie,* en el campo de la epistemología, tiene que poner sus cimientos la física. Al revisar los principios clásicos se echa de ver que no eran razonables en el sentido de claros, y que se pretendía hacer ciencia clara, esto es, racional, partiendo de postulados oscuros. Y lo peor es que, sobre no ser razonables, son insuficientes, y han de ser reemplazados por otros mas

numerosos y mas incomprensibles aún. Citemos el dualismo corpúsculo-onda; el principio de indeterminación; el comportamiento singular de los núcleos atómicos que, sin poder contener un solo electrón, sueltan electrones en abundancia; la fusión del tiempo y del espacio en una entidad superior a la que hay que recurrir para comprender el verdadero significado de las magnitudes físicas; la finitud sin límites del espacio físico y su expansión en la nada, etc. No cabe ya disfrazar estos hechos con el nombre de axiomas o postulados. Su verdadero nombre es el de misterios, sencillos e incomprensibles como los misterios religiosos. La física, a fuerza de querer ser positiva y racional, se ha hecho mística, en el sentido de misteriosa; todo su esquema matemático-racional se basa en misterios. Por no conocerlo así, se pierden las mejores inteligencias en discusiones sin fin. Por mi parte, prefiero como punto de partida un buen misterio, oscuro pero sencillo, y por eso admiro a mis brillantes colegas que, fundándose en el comportamiento corpuscular ondulatorio de las partículas elementales, han sabido descubrir la bomba atómica. Como dice Gustavo Le Bon, «cada fenómeno tiene su misterio; el misterio es el alma ignorada de las cosas».

En resumen, el renacimiento de la vocación filosófica no es una esperanza, sino un hecho, cuando menos entre los físicos. Helos ya divididos en dos bandos: deterministas o causalistas y antideterministas. Schrödinger escribe sobre la vida. Eddington, según puede verse en la traducción de su último libro y en el prólogo que para ella ha escrito Masriera, se lanza a las más atrevidas especulaciones metafísicas; hasta la cuestión de las dimensiones de las magnitudes físicas se discute desde un punto de vista epistemológico, que apasiona a los físicos ingleses, y pone las columnas de la vieja revista «Philosophical Magazine» en consecuencia con la significación clásica de su título.

A fines del siglo pasado podía parecer plausible la pauta simplista en la que Comte encajaba el desenvolvimiento del pensamiento humano: Religión, Metafísica y Ciencia, eran tres etapas que representaban otras tantas maneras de abordar un mismo problema, cada vez com más acierto. Resulta ahora que los científicos se ven obligados a salirse del campo experimental, remontando, no descendiendo. Con ello desaparece la unanimidad; hay la sensación de pisar terreno movedizo y de que solo algo sobrehumano, la Verdad revelada es capaz de sacarnos del atolladero. Las etapas descritas por Comte son recorridas justamente al revés.

Era frecuente entre los físicos considerar la suya una ciencia positiva, ciencia de problemas concretos, a los que podía contestarse sí o no. Tal convicción, juntamente con el complejo de superioridad que nace del manejo de la matemática, era probablemente la razón del ingenuo desprecio que sentían los científicos, en especial los alumnos de ingeniería, por los estudios filosóficos. Y, sin embargo, la física ha llegado a ser lo que es gracias a que, desde sus comienzos y cada vez en mayor grado, utilizó a fondo la metafísica.

Imagínese lo que hubiera ocurrido si los físicos hubieran prescindido sistemáticamente de todo elemento metafísico. Supongamos que en una época pretérita, cuando ya había sabios pero la física estaba por hacer, es convocada una reunión para remediar la falta. El presidente dice que se trata de trazar un plan para descubrir las leyes del mundo inanimado, y advierte que se trata de hacer ciencia positiva, por lo que sólo deberá ser admitido aquello de que se tenga testimonio fidedigno.

Abierta la discusión sobre el asunto, todo hubiera terminado con el nombramiento de una o varias comisiones, como es costumbre en tales casos, a no ser porque alguien plantea una cuestión previa. Dice que no acierta a comprender las palabras del presidente, porque tomadas al pie de la letra, obligarían a que cada físico no utilizara otros *datos* que las impresiones logradas con sus proprios sentidos, y que si se le obliga a tomar en consideración lo que le refieran sus colegas,

no hay razón para rechazar lo que digan los indoctos. Añade que no podrá hacerse ciencia verdaderamente positiva, a menos de que cada uno la haga por su cuenta, sin otros elementos que lo que Eddington llama el relato de los sentidos, relato que lo mismo puede ser cuento que historia y, aún en este último caso, historia fraccionada de lo que ocurre fuera. Además, lo unico positivo es el tal relato, y hablar de un mundo exterior es mezclar un elemento metafísico. Por otra parte, añade el interruptor, si es problemática la existencia de tal mundo exterior, mucho más discutible es que haya leyes que lo rijan. La futura ciencia no puede tener como objeto la descripción de un mundo hipotético con sus leyes ilusorias, sino que ha de aternerse a las sensaciones y sacar de ellas el mejor partido posible. Todo lo demas será hacer metafísica, no ciencia positiva.

La discusión no tuvo otro resultado que provocar una variadísima diversidad de opiniones. Surgieron los empiristas, los escépticos, los solipsistas, los positivistas, con gran variedad de grupos y subgrupos. Todos ellos, más o menos conformes con el interruptor, se dispusieron a hacer física sin metafísica, pero no se sabe que ninguno hiciera nada de provecho, salvo el explicar a *posteriori* las causas del derrumbamiento de algunas teorías elaboradas por quienes ingenuamente empezaron a hacer física sin preocuparse de cuestiones previas. Como prueba del fracasso del positivismo basta citar un hecho anedóctico. Su fundador, Augusto Comte, afirmó que jamás podría averiguarse la constitución de las estrellas; el análisis espectral se encargó de desmentir rotundamente su afirmación.

Los datos que suministra el mero relato sensorial, constituyen una base demasiado estrecha. La física se ha construído gracias a que los físicos no han tenido escrúpulos en introducir elementos metafísicos, sin otras limitaciones que las impuestas por la lógica: no incurrir en contradicciones. Su imaginación y su fantasía han quedado libres para atribuir las sensaciones a la existencia de un mundo real, y para hacer todo género de hipótesis acerca del mismo, y, lo que es más atrevido, han empleado sin travas algo extraño a toda logica y razón, eso que se llama «buen sentido», especie de arma defensiva de eficacia tan dudosa, que lo mismo puede servir para evitar desatinos que ser la causa de que no se atine.

El relato sensorial no es el sujeto de la física, sino el medio para conocer el mundo real. Los sentidos, em lugar de ser la fuente del conocimiento, son los instrumentos de que nos servimos para captar la realidad. Como dice Zubiri, la física ha surgido por el *ansia de la realidad* porque el mundo *está ahí* instándonos a que lo conozcamos. Las ideas no son *de* las sensaciones, son *de* las cosas.

No es cuento el relato sensorial, es historia, quizás incompleta, pero historia. Contiene todo lo que es pantente en la realidad. Es la aparencia del mundo real. Gracias a él tenemos una física que no es la física de las sensaciones, sino la física del mundo real. Claro es que sólo podremos hacer física de aquella parte del mundo real que no es aparente, pues si hay algo que no sea perceptible, mediata o inmediatamente, por sí o por sus efectos, quedará descartado de la física.

«De lo que es una silla no podré saber más que lo que me cuentan los sentidos». Esto he leido siempre que ha caído en mis manos algún escrito filosófico. Eddington concreta más, pues afirma que, si de lo que se trata es de hacer física, de los cinco sentidos nos sobran cuatro y medio, porque para hacer medidas basta un ojo, que ni siquiera necesita percibir los colores. De lo que la realidad nos brinda se desecha casi todo al hacer física. Ya Goethe se indignaba con Newton porque, para averiguar qué es la luz, se encerraba en una habitación oscura y abría un agujerito en la ventana. De ser cierto que los físicos se conforman com datos tan rudimentarios para elaborar su ciencia, estaría justificado el que, al desprecio que los estudiantes de ingeniería sienten por sus compañeros de filosofía, correspondan los filó-

sofos desdeñando a los investigadores, y consideren que el manejar aparatos no es función digna de una mentalidad superior.

Pero, ¿realmente la física se ha hecho con tan precarios elementos? Es claro que no. De la silla sabemos más, mucho más de lo que resulta de su forma, color, peso, etc., porque sabemos cómo se hace y para qué sirve, cosas que en modo alguno, nos son reveladas por las impresiones sensoriales, y justamente, ante qualquier artefacto desconocido, lo que más curiosidad nos inspira es saber cómo está construído y cual es su empleo. Pues bien; el físico empieza por tener de las cosas las mismas impresiones sensoriales que tiene qualquier otro hombre con el uso cabal de sus cinco sentidos, pero, además, experimenta con aparatos cuya construcción y finalidad le son conocidos y, sobre todo ello, *medita.*

La actividad mental es estimulada por las impresiones que transmiten los sentidos. Las sensaciones son los *datos* con que hemos de construir el mundo real. De ellas inferimos la existencia de cosas. Unas, como causa inmediata de las sensaciones o de los efectos registrados por los aparatos; son las observables. Otras, como ficciones necesarias o convenientes para construir el esquema físico; son las inobservables. Estas últimas no afectan ni nuestros sentidos ni los aparatos, sino es a través de las observables.

Un fotón es observable porque impresiona nuestra retina, y lo mismo ocurre con las particulas elementales libres y con los átomos, porque impresionan las placas fotográficas. En cambio, las mismas partículas, protones, neutrones e electrones, son inoservables individualmente cuando están unidas entre sí formando átomos.

Si queremos tener la representación de un personaje, lo más completa posible, grabaremos su figura, sus movimientos y su voz en peliculas cinematográficas, mediremos su fuerza muscular, su capacidad torácica, su metabolismo, haremos radiografías y, en fin, formaremos un archivo con todos sus datos antropomórficos, con todo lo que es aparente en el personaje. Si la labor descriptiva se realiza con escrupulosa exactitud y no se omite ningun pormenor, el más exigente habrá de darse por satisfecho.

Pero podría haber algo mejor. Supóngase que alguien descubre que, para caracterizar al personaje de modo completo, sobran datos en el archivo, que bastan unos cuantos, convenientemente elegidos, para que todos los damás puedan deducirse de aquéllos mediante ciertas recetas o fórmulas y, lo que sería mas asombroso, que podría predecirse con tales datos, con grandes probabilidades de acierto, el comportamiento del personaje en cada circunstancia de su vida. Entonces podría decirse que se había logrado una reproducción cabal del personaje, la verdadera imagen o esquema de cuanto en él hay de aparente.

Pues justamente esto es logrado por la física. Sin detenerse ante cuestiones previas, dieron por segura la existencia de um mundo real y la posibilidad de conocerlo, al menos parcialmente, por lo que de él nos revelan los sentidos. A todo positivista ha de parecerle insensato adoptar tal actitud cuando se trata justamente de buscar realidades y no fantasías, pero ahora que vemos el resultado, hemos de felicitarnos de que así fuese.

Volviendo al supuesto congreso de sabios encargados de construir la física, la solución sensata en vista de que, en pura lógica, no era posible saber quien tenía razón, si los positivístas o sus contrarios los metafísicos, sería dejar que cada uno ensayase su sistema y ver quien obtenía resultados más provechosos. La prueba ha sido hecha, y el veredicto es enteramente faborable a los físicos que, por no querer renuneiar al uso de todas sus facultades mentales, añadieron a los datos sensoriales todo un complejo de elementos metafísicos. Gracias a ello, en lugar de un archivo en el que se guardasen, mejor o peor ordenadas, las descripciones que del mundo real nos hacen los sentidos, tenemos un *esquema del mundo real* plasmado en fórmulas matemáticas, que permite reproducir a voluntad los fenómenos en los laboratorios, y con el que se efectúan los maravillosos

inventos que constituyen el orgullo de la moderna técnica.

Con lo que nos cuentan nuestros sentidos, relato lleno de episodios anedócticos, incoherentes casi siempre, contradictorios muchas veces, se ha podido escribir la verdadera historia: el esquema que puede reemplazar al mundo real en cuanto tiene de observable, que es lo que nos interesa.

La parte más importante en la construcción del esquema físico corresponde a la meditación; todo lo demás son petrechos para meditar. No se trata ahora del ensimismamiento que preconiza Ortega, sino de evocar la realidad, de construir su imagen con todos los elementos acumulados en nuestro entendimiento gracias a nuestras vivencias, a los sucesos de que hemos sido testigos, a todo lo que hemos aprendido sea como fuere.

Michelson cerró un ojo y miró con el otro por su interferómetro. Hizo unas lecturas, apuntó números en su cuaderno y, con estos datos, dedujo que «el movimiento de la Tierra no influye sobre la velocidad de propagación de la luz». Divulgó su descubrimiento y ello motivó que se pusieran a meditar los mejores cerebros del mundo; y sucedió que Einstein, que no tenía del experimento la menor información sensorial directa, dedujo su maravillosa teoría de la relatividad, el esquema más perfecto del mundo.

De ello sacamos la consecuencia de que no se medita sobre las impresiones sensoriales inmediatas, sino sobre ideas y conceptos. Ni Michelson, ni mucho menos Einstein, meditaron sobre las franjas de interferencia, los hilos del retículo o lo que se leía en el tambor del micrómetro cuando aquellas coincidían con éstos. En su proceso meditativo manejaron conceptos tales como movimientos ondulatorios, longitudes de onda, diferencias de fase, velocidad de los cuerpos, velocidad de propagación del movimiento ondulatorio, etc., conceptos que en modo alguno son susceptibles de ser captados directamente por los sentidos.

El primer requisito para la meditación es la posesión de conceptos, y los conceptos no surgen directamente de lo que nos cuentan los sentidos, sino que son creación de la mente, fruto de la meditación. Y ocurre que, a pesar de ello, tienen los conceptos más pretensiones de realidad que las mismas impresiones sensoriales, porque éstas son de las cosas en colaboración con los sentidos, mientras que aquéllos resultan de un proceso de deshumanización. Así, la impresión muscular a que atribuimos el peso de los cuerpos, se desdobla, gracias a las meditaciones de Galileo y de Newton, en dos conceptos, la fuerza y la masa, que habían de ser elementos fundamentales para todas las meditaciones subsiguientes, prueba de que su realidad ha sido aceptada unánimemente a pesar de que a ningun sentido se revela la masa de un cuerpo en reposo ni las fuerzas que sobre él actúan cuando está en equilibrio.

Más notable aún es el concepto de la energía, que no fué percibido con claridad hasta hace cosa de un siglo. Ningun sentido es capaz de percibir la energía contenida en un cuerpo y, sin embargo, es algo tan real que se compra y se vende, cosa que no sucede con la blancura, la rugosidad, con todo que es mera impresión sensorial de las cosas. Y justamente en el caso de la energía es donde mejor se manifiesta lo que hemos llamado deshumanización de los conceptos. La energía cinética de un cuerpo depende de su velocidad con relación al observador. Es, lo mismo que la velocidad, un concepto subjetivo que cada uno aprecia a su manera. Para explicar el experimento de Michelson, tuvo necesidad Einstein de dar caracter relativo a impresiones sensoriales tan objectivas aparentemente como son la longitud de las barras rígidas y la duración de los sucesos. Hasta la masa se cenvirtió en un concepto relativo, pues resulta variar con el movimiento del observador con relación al objecto. Pues bien; con parejas de conceptos relativos tales como la posición y el tiempo, o la masa y la energía, construyó Einstein conceptos a los que ha de atribuirse caracter absoluto, conceptos deshumanizados, como son el espacio-tiempo y la masa-energía, que

son igualmente apreciados por todos los observadores, cualquiera que sea su estado de movimiento.

Todo esto nos lleva a la conclusión de que el esquema físico no está construido solamente con lo que nos dan los sentidos, sino que se agregan los conceptos que, si bien elaborados por la mente, se refieren a las cosas. Las partículas elementales, cuando están ligadas formando los núcleos atómicos, no son datos de observación, son creaciones mentales y, sin embargo, san indispensables para crear el esquema físico.

JÚLIO PALACIOS

DIRECTOR DEL CENTRO
DE ESTUDIOS DE FÍSICA DE LISBOA

2. ENSINO MÉDIO DA FÍSICA

ÀCERCA DA UNIDADE MÉTRICA DE MASSA

A presente secção do ensino médio tem duas finalidades essenciais: uma, apreciar o ensino da Física no curso liceal; outra, esclarecer os estudantes que muitas vezes se queixam da má compreensão de certas noções. Aqui nos encontramos ao seu dispor e, dentro desse espírito, vamos tratar dum assunto que nos parece de importância capital.

Durante o estudo da Física, há muitas ocasiões em que os alunos têm de referir-se à proporcionalidade directa entre os valores de duas grandezas como sejam: os valores dos caminhos percorridos por um corpo animado de movimento uniforme e os valores dos tempos gastos em percorre-los; os valores das forças com que duas massas magnéticas se solicitam mùtuamente e os valores dessas massas, etc.

Os alunos sabem repetir estas palavras, com maior ou menor correcção, sabem traduzir matemàticamente aquelas relacões, sabem dizer o que se entende por grandezas directamente proporcionais, mas, em geral, embora se julguem seguros do que dizem, nem sempre o estão. A verificação é fácil de fazer-se. Ponha-se a um aluno do 7.º ano esta questão infantil: 1 dúzia de laranjas custa 8 escudos; 2 dúzias, 16 escudos; 3 dúzias, 24 escudos e assim sucessivamente. Existe alguma relação entre o número de laranjas e o seu preço? O aluno responde: «São grandezas directamente proporcionais.» «Então, se chamar D ao número de dúzias e E ao número de escudos que elas custam, represente, matemàticamente, a relação entre o número de dúzias e o número de escudos. Isto é, entre D e E».

A resolução deste problema simples é de extrema importância pois do seu conhecimento depende a compreensão de muitos factos da Física. Os estudantes liceais, para quem estou a escrever, não conhecem (com raríssimas excepções) nem a inocente resolução do caso nem o proveito que podem tirar dela.

Formemos o seguinte quadro onde figuram, em linhas horizontais, os números de dúzias (D) e os respectivos preços (E).

D —	1	2	3	4	5 ...	(dúzias)
E —	8	16	24	32	40...	(escudos)

Feito isto pergunto: quanto custam 30 dúzias de laranjas? Olhando o quadro responder-se-á imediatamente: 240 escudos, pois se 3 custam 24, as 30 custarão 240. E agora pergunto: quanto custam 6,5 dúzias? A resposta não é imediata e o pensamento de quem a der, esquematizar-se-á nesta proporção: «Se 1 dúzia custa 8 escudos, 6,5 dúzias custarão x escudos».

E se eu não estabelecer nenhum valor particular para o número de dúzias e perguntar apenas quanto custam D dúzias? O raciocínio será como o anterior: «se 1 dúzia custa 8 escudos, D dúzias custarão E escudos». Isto é: 1 está para 8 como D está para E. Ou: $1/8=D/E$ ou ainda $D=1/8E$.

A proporção feita só é legítima porque os valores das grandezas são directamente proporcionais entre si. A expressão $D=1/8E$ indica essa proporcionalidade.

Como se indica então que os valores de duas grandezas quaisquer, D e E, são directamente proporcionais entre si? Escrevendo $D= KE$. E que representa a quantidade K, a que é uso chamar constante de proporcionalidade? Representa simplesmente o cociente constante entre quaisquer dois valores correspondentes de D e de E. Por exemplo, no caso das laranjas, vale 1/8 ou 2/16 ou 3/24, etc.

* * *

Apliquemos este raciocínio a um caso importante da Física. É sabido que uma força contínua e constante, tanto em valor numérico como em direcção, produz, por si só, movimento rectilíneo e uniformemente acelerado quando é aplicada a um corpo livre. Ao valor de cada força que assim se aplique corresponde um certo valor para a aceleração. Os valores das forças e os das respectivas acelerações (em relação ao mesmo corpo) variam, entre si, na razão directa. Força dupla, aceleração dupla; força tripla, aceleração tripla; e assim sucessivamente. A relação numérica entre os valores das duas grandezas, força (F) e aceleração (j) será, portanto, dado por $F=Kj$ em que K terá por valor numérico o cociente entre quaisquer pares de valores correspondentes F/j, à semelhança do que se disse atrás.

Repare-se que o significado desta constante K fica dependente da massa do corpo ao qual a força se aplicou, pois forças da mesma intensidade aplicadas a corpos de massas diferentes produzem neles acelerações de valores diferentes. Quanto maior for a massa, menor é o valor da aceleração provocada pela mesma força. Concluimos então que o cociente F/j só tem valor constante quando as forças de valor F forem aplicadas ao mesmo corpo ou a corpos que tenham a mesma massa, isto é, a corpos que se equilibrem quando colocados, um em cada prato, duma balança de braços iguais.

Imaginemos um corpo que passaremos a designar pela letra C. Apliquemos-lhe uma força, de características já definidas, que valha, por exemplo, 20 kg, e suponhamos que a aceleração adquirida valia 5 m/s^2. O valor numérico da constante K seria, neste caso, 4, pois 20/5 =4. Se a força aplicada ao corpo C valesse, por exemplo, 8,4 kg, a aceleração respectiva teria que valer 2,1 m/s^2 para que 8,4/2,1 desse o valor constante 4. Ora este facto não se dá apenas com o corpo C mas com todos os corpos que tenham a mesma massa do que C. Para todos eles a constante tem que valer 4. Se assim é, vou inverter o problema e imaginar que me fornecem um corpo X cuja massa desconheço. Aplico-lhe uma força contínua e constante e divido o seu valor pelo da respectiva aceleração. Suponhamos que o cociente obtido me dava o número 4. Que conclusão tiraria daqui? Que a massa do corpo X era igual à massa do corpo C. Como se vê, estamos em presença dum método que nos permite comparar as massas dos corpos sem ser preciso recorrer à balança, mas simplesmente a partir da noção de proporcionalidade directa.

Se ao corpo C, e a todos os corpos que tenham a mesma massa do que ele, corresponde o número 4, não será legítimo exprimir o valor dessa massa por intermédio do próprio número 4? Assim, um corpo de massa 4 seria aquele cuja massa fosse igual à massa do corpo C. Mas... 4 quê? 4 gramas? 4 quilogramas? Nem uma coisa nem outra. Dizer que a massa dum corpo vale 4 equivale a dizer que se escolhe para unidade de massa (chamemos-lhe provisoriamente U) uma massa 4 vezes menor que a massa do corpo C. Se, por outro lado, puser o corpo C no prato duma balança de braços iguais, e puser, no outro prato, as massas vulgares, marcadas, que o equilibrem, fico sabendo o valor da massa do corpo C expresso em gramas ou em quilogramas. Obtenho asssim a equivalência entre a tal unidade U e o grama ou o quilograma, o que permitirá, de futuro, achar os valores das massas, em gramas ou em quilogramas, sem recorrer à balança.

Interessa-nos pois conhecer aquela equivalência. Vejamos como. Suponhamos que o corpo ao qual se vai aplicar a força é o bloco de platina iridiada que se denomina quilograma-padrão e suponhamos também que a força a que vamos sujeitá-lo é o seu próprio peso. Isto é, deixemos cair, em queda livre, aquele padrão e suponhamos que o fazemos num lugar em que a aceleração da gravidade vale 9,8 m/s^2. O cociente F/j (peso do bloco no lugar considerado a dividir pela aceleração da gravidade nesse mesmo lugar) dará o valor da constante K para o bloco-padrão. Será 1 quilograma-peso/9,8 m/s^2. O valor de K é, pois, 1/9,8. Este número, atendendo a tudo quanto dissemos, representará o valor da massa do bloco expresso na tal unidade *U*. A sua massa será 1/9,8 unidades *U*. Mas, como se deu o nome de quilograma à massa daquele bloco, concluimos que: 1/9,8 unidades *U* equivalem a 1 kg, ou então, 1 unidade *U* equivale a 9,8 kg.

Eis a conclusão a que pretendíamos chegar: a partir da noção de constante de proporcionalidade, determinar os valores das massas dos corpos sem recorrer à balança. Exemplo: um corpo livre, sujeito exclusivamente à acção duma força de 37,5 quilogramas, adquire um movimento rectilíneo de aceleração constante igual a 15,0 m/s^2. Quanto vale a massa desse corpo? Diremos:

37,5 = K15,0 em que K = 37,5/15,0 = 2,5.

A massa do corpo valerá, portanto

$$2{,}5 \times 9{,}8 = 24{,}5 \text{ quilogramas.}$$

Resta acrescentar que a unidade a que, provisòriamente, chamámos *U*, se chama unidade métrica da massa e se representa por *U.m.m.*

RÓMULO DE CARVALHO
PROFESSOR DO LICEU CAMÕES

4. EXAMES DO ENSINO MÉDIO

PONTOS DE EXAMES DO CURSO COMPLEMENTAR DE CIÊNCIAS

Liceu de Passos Manuel — Julho de 1947 — (1.ª chamada)

45 — I) Uma máquina a vapor de efeito simples, sem expansão e desprovida de condensador, admite o vapor do cilindro à pressão de 21 atmosferas. A secção do êmbolo é 5 decímetros quadrados, e o cilindro tem o comprimento de 60 centímetros. Sabendo que o número de emboladas por minuto é 150, calcule a potência da máquina em cavalos-vapor e em kilowatts. *N. B. — Tome* para «atmosfera» o kilograma por centímetro quadrado. R: *Intensidade da força que actua sobre o êmbolo:* f=ps=21×500=10,5×10^3 kg. *Trabalho realizado pelo êmbolo em cada segundo:* W = 10,5×10^3×0,60×150:60 = 15,8×10^3 kgm/s *que é a potência da máquina. Em cavalos-vapor e em quilowatts será, respectivamente, igual a* 210 Cv e a 155 kW.

46 — II) Faça uma exposição sobre o têma, a seguir indicado, devendo referir-se aos assuntos mencionados nas alíneas: *Transporte da energia eléctrica a distância por correntes alternas: a*) Esquema indicando os diferentes orgãos utilizados na transmissão dessa energia. *b*) Reversibilidade dos alternadores *c*) Transformadores estaticos *d*) Justificação da «condição de economia» no transporte da energia eléctrica, feita a partir do rendimento de transformação.

Liceu de Passos Manuel — Julho de 1947 — (2.ª chamada)

47 — I) Calcular a quantidade de carvão que consome por hora uma máquina térmica com o rendimento industrial de 10% para fornecer a potência de 100 cavalos-vapor. O calor de combustão do carvão é de 6000 calorias-grama, por grama de combustível. Equivalente mecânico da caloria: 4,18 J/cal. R: *Potência total da máquina* $P_t = P_u : R$ =100 : 0,1 = =1000 Cv. *Trabalho realizado por hora:* W = $P_t \times t$ = = 1000 × 75 × 9,8 × 3600 = 265 × 10^7 J. *Quantidade de calor equivalente:* Q = W : 4,18 = 265 × 10^7 : 4,18 = 211 × 10 k cal. *Massa de carvão que é necessário consumir:* m = 211 × 10^8 : 6000 = 3,51 ton.

48 — II) Faça uma exposição sobre o têma a seguir indicado, devendo referir-se aos assuntos mencionados nas alíneas: *Correntes alternas: a*) Propriedades das correntes alternas. *b*) Intensidade eficaz. *c*) Diferença de potencial eficaz. *d*) Lei de Ohm no caso duma resistência apresentar self-indução.

Liceu de Camões — Julho de 1947 — (2.ª chamada)

49 — I) De que altura deveria cair livremente um corpo de 5000 g de massa para que o trabalho realizado até ao fim da queda equivalesse à quantidade

de calor que libertariam 100 g de vapor de água a 120° C se os resfriássemos até ficarem no estado sólido a zero graus centígrados? Calor de solidificação da água: 80 calorias. Calor de condensação da água: 537 calorias. Calor específico do vapor de água: 0,5 cal/g/grau. R: *Quantidades de calor necessárias para:* a) *trazer o vapor de água à temperatura de ebulição:* $100 \times 0{,}5$ (120−100); b) *para o fazer passar ao estado líquido:* 100×537; c) *para baixar a temperatura da água resultante até* 0° C: 100 (100−0); d) *para solidificar a água:* 100×80 *calorias. Quantidade de calor total:* $5{,}6 \times 10^2$ k cal. *Trabalho equivalente:* $W = 5{,}6 \times 105 \times 4{,}18 = 2{,}32 \times 10$ kJ. Da *expressão* $W = mgh$ *deduz-se a altura da queda do corpo,* $h = 2{,}32 \times 10^6 : (9{,}8 \times 5) = 47$ km, *admitindo que para esta altitude o valor de* g *seria o mesmo que à superfície da Terra.*

50 — II) Exponha os seus conhecimentos a respeito de campos magnéticos e em relação aos seguintes aspectos: noção de campo magnético, fluxo de força, unidades de intensidade de campo e de fluxo, permeabilidade magnética, e importância do estudo do fluxo na produção das correntes de indução electro-magnética.

Liceu de Dona Filipa de Lencastre — Julho de 1947 — (2.ª Chamada)

51 — I) Um projectil de 500 gramas de massa e de calor específico 0,11 cal/g/grau C chocou com um bloco de chumbo de 5 quilos de massa e penetrou nele numa profundidade de 10 centímetros. O fenómeno provocou o aparecimento do calor suficiente para fundir 2/5 do bloco que suporemos de condutibilidade térmica perfeita. Temperatura inicial do projectil e do bloco: 27° C. Temperatura de fusão do chumbo: 327° C. Calor específico: 0,03 cal/g/grau C. Calor de fusão: 5 cal/g. Calcule: *a*) A quantidade de calor desenvolvida. *b*) A velocidade que trazia o projéctil, sabendo que o bloco de chumbo opôs à penetração uma força resistente de 100 quilos. *c*) A força propulsora do projéctil, suposta constante, sabendo que o cano da arma tinha o comprimento de 3 metros. R: *a*) *A quantidade de calor* Q *desenvolvida resulta da transformação de parte da energia cinética do projéctil e é utilizada em aquecer todo o bloco de massa* m_1 *e de calor específico* c_1 *e o projéctil de massa* m_2 *e de calor específico* c_2, *até à temperatura de fusão do chumbo e em fundir* 2/5 *do bloco (há que admitir, pois o enunciado omite-o, que o projéctil funde a uma temperatura superior a* 327°*). Temos então, representando por* $\Delta\theta$ *a* variação *de temperatura e* φ *o calor de fusão do bloco* $Q = m_1c_1\Delta\theta + m_2c_2\Delta\theta + 0{,}4m_1\varphi = (5 \times 10^3 \times 0{,}03 + 5 \times 10^2 \times 0{,}11) \times 300 + 0{,}4 \times 5 \times 10^3 \times 5 = 6 \times 10^4 + 10^4 = 7 \times 10^4$ cal. *b*) *A variação da energia cinética do projéctil é igual à soma da energia calorífica desenvolvida com o trabalho resistente da penetração; é pois, sendo* F_1 *a força resistente e* e_1 *o espaço percorrido pelo projéctil na penetração* $m_2v^2/2 = JQ + F_1e_1$ *ou seja* $0{,}5\ v^2/2 = 4{,}18 \times 7 \times 10^4 + 100 \times 9{,}8 \times 0{,}1$, $v^2/4 = 29 \times 10^4 + 98$; *esta 2.ª parcela é desprezável em presença da 1.ª (pelo que não deveria no enunciado figurar a resistência do bloco); portanto vem* $v^2 = 1{,}2 \times 10^6$ *donde* $v = 1{,}1 \times 10^3$ m/s. c) *Para resolver esta alínea terá de admitir-se que o projéctil chocou com o bloco de chumbo logo à saída do cano da arma. A força propulsora* F_2 *do projéctil, determina-se então por* $m_2\ v^2/2 = F_2e_2$, *sendo* e_2 *o comprimento do cano, donde* $F = m_2v^2/2e_2$ *o que dá* $F_2 = 0{,}5 \times 1{,}2 \times 10^6 : (2 \times 3) = 10 \times 10^4$ N, *ou, em quilogramas,* $F_2 = 10^4$ kg, *resultado que nos parece longe das realidades.*

52 — *Radiações* — *a*) Radiações corpusculares: Origens, características e efeitos. *b*) Radiações electro-magnéticas: Origens, características e efeitos.

Resoluções de RÓMULO DE CARVALHO

PONTOS DE EXAMES DE APTIDÃO

Licenciaturas em Ciências Matemáticas, Ciências Físico-químicas e Ciências geográficas, e Preparatórios para Escolas Militares e Curso de Engenheiros Geógrafos — Agosto de 1947.

53 — Um projectil que pesa 1 quilograma foi lançado, verticalmente, de baixo para cima, com a velocidade de 60 m/seg. Pergunta-se: 1.º Qual é a energia cinética, no momento da saída da boca da arma de fogo? 2.º Qual é o tempo que decorre até que a energia cinética se anule? 3.º Qual é o espaço percorrido, durante esse tempo? R: 1.º $1{,}8 \times 10^3$ J; 2.º *E o tempo necessário para atingir o ponto mais elevado da trajectória:* t=6,1 s; 3.º *É a altura máxima atingida:* e = 184 m .

54 — Desenvolva o seguinte tema, atendendo às alíneas: Capacidade eléctrica e condensação eléctrica. *a*) Definição de capacidade. Unidades de capacidade — sua dedução partindo da definição. *b*) Capacidade da Terra (raio 6.370 quilómetros). *c*) Condensação eléctrica. Em que consiste? *d*) Condensadores. O que são? Dedução da fórmula dos condensadores, expressa na superfície da armadura colectora. Como obter as expressões da capacidade, nos dois tipos de associação dos condensadores.

I. S. A. — Licenciaturas em Ciências Biológicas e em Ciências Geológicas — Agosto de 1947.

55 — 1.º Enunciar as leis do movimento rectilíneo uniformemente acelerado. 2.º Um automóvel parte do repouso e adquire, em movimento uniformemente acelerado, a velocidade de 60 quilómetros à hora, no fim de dois minutos. Qual a sua aceleração? Qual é o caminho percorrido nos dois minutos? 3.º Qual é a força de tracção necessária, para manter o movimento anterior, se o carro tiver a massa de uma tonelada e se metade da força for utilizada para vencer o atrito e a resistência do ar? R: *Aceleração do movimento do automóvel:* $j = v/t = (60 \times 10^3/60) : 2 = 5 \times 10^2$ m/min^2 = 5/36 m/s^2. *Caminho percorrido nos 2 minutos:* $e = jt^2/2 = 5 \times 10^2 \times 2^2/2 = 10^3$ m = 1 km. *Intensidade da força sem contar com as resistências a vencer:* $f=mj=10^3 \times 5/36$ N=14 kg. *Contando com as resistências:* f'=2f=28 kg.

56 — 1.º Descrever, pormenorizadamente, os fenómenos de electrólise. Enunciar as leis quantitativas da electrólise. Definir equivalente electroquímico. 2.º Interpretar os fenómenos da electrólise, segundo a teoria da dissociação electrolítica. 3.º Em três voltâmetros, ligados em série, temos soluções aquosas diluídas, respectivamente, de sulfato de cobre, de nitrato de prata e de ácido clorídrico. Provocámos a electrólise, durante um certo tempo, e verificámos no terceiro vaso a libertação de 22,4 cm^3 de hidrogénio, medidos nas condições normais. Quais são as massas de prata e cobre depositadas? H=1,008; Cu=63,57; Ag=107,88. R: *Como as massas depositadas são directamente proporcionais aos respectivos equivalentes-gramas vem:* m'/m = (Cu/2) : (H/1) = = 63,57/2,016 *e* m"/m = (Ag/1) : (H/1) = 107,88/1,008 *em que* m, m' *e* m" *são, respectivamente, as massas de hidrogénio, de cobre e de prata depositadas. Como* 22,4 l *de hidrogénio nas condições normais pesam* $2 \times 1{,}008$ g, 22,4 cm^3 *pesarão* $2 \times 1{,}008 \times 10^{-3}$ g; *este será o valor de* m. *As equações anteriores dão, portanto:*

$$m' = 63{,}57 \times 2{,}016 \times 10^{-3} : 2{,}016 = 646 \times 10^{-3} \text{ g}$$

e

$$m'' = 107{,}88 \times 2{,}016 \times 10^{-3} : 1{,}008 = 216 \times 10^{-3} \text{ g}.$$

I. S. T. — Preparatórios da F. E. P. — Agosto de 1947.

57 — Um circuito eléctrico é formado pelos seguintes condutores: um gerador de corrente contínua, um fio metálico mergulhado no líquido dum vaso calorimétrico, um motor e um interruptor. Quando se fecha o circuito e se impede o motor de funcionar verifica-se que o fio introduzido no calorímetro liberta 9×10^2 calorias por minuto. Se, porém, o motor estiver em funcionamento, o mesmo fio liberta 10^2 calorias por minuto. Calcular: 1.º A força contra-electro-motriz do motor. 2.º A sua resistência. Equivalente mecânico da caloria: 4,18 joules. Força electro-motriz do gerador: 50,0 volts. Resistência do fio introduzido no calorímetro: 10,0 ohms. Resistência do gerador: desprezível. R: *Da equação* $Q = 0{,}24 i^2 rt$ *tiram-se os valores da intensidade da corrente nos dois casos*

$$i_1 = \sqrt{9 \times 10^2 : (0{,}24 \times 10{,}0 \times 60)}$$

e

$$i_2 = \sqrt{10^2 : (0{,}24 \times 10{,}0 \times 60)},$$

o que dá i_1=2,5A *e* i_2=5/6=0,83A. *Cálculo da resistência do motor:* $e_1 = i_1 (r + r_m)$ *em que* e=50,0 volts; i_1= 2,5A *e* r =10,0 ohms, *donde, substituindo estes valores, e efectuando:* r_m=10 ohms. *Quando o motor funciona temos:* $e_2 = i_2 (r + r_m)$ *em que* i=5,6A; r = 10 ohms *e* r_m=10 ohms, *e portanto* e_2=16,6 V. *A força contra-electro-motriz do motor será:* 50−16,6 =33,4 volts.

58 — Calcule a potência dum motor que dá 1.200 voltas por minuto, sabendo que o momento do binário que o faz mover vale 5,0 metros-quilograma. R: *O trabalho realizado pelo motor, em função do binário motor é* $W = \theta B$, *em que* θ *é o ângulo de que roda o motor, expresso em radianos, e* B *o momento do binário que lhe é aplicado.* $W = 1.200 \times 2\pi \times 5$ kgm. *Potência do motor:* $P = W/t = (1.200 \times 2\pi \times 5) : (60 \times 75) = 8{,}4$ Cv.

59 — Diga o que entende por índice de refracção dum meio refringente *A* em relação a outro meio refringente *B.* Descreva um processo para determinação experimental dos índices de refracção.

Faculdades de Medicina — Instituto Superior de Medicina Veterinária e Faculdade de Farmácia

60 — Pretende-se projectar sobre um *écran* a imagem, amplificada 12 vezes, dum objecto. Sendo de 8 metros a distância deste ao *écran,* qual deverá ser a distância focal principal dessa lente? R: *Como* I = 120 *será* p' = 12p. *Mas* p + p' = 8 *ou* p + 12p = 8, *o que dá* p = 8/13 *e, portanto,* p'= 96/13. A *expressão* $1/p+1/p'=1/f$ *dá* f=0,57 metros.

61 — Explique o fenómeno da electrólise e enuncie as suas leis. Que aplicações lhe conhece?

62 — 1.º) Descreva o funcionamento da célula fotoeléctrica e diga algumas das suas aplicações. 2.º) Enuncie as leis da refracção da luz, dê a noção de ângulo limite e diga que aplicações conhece do prisma de reflexão total.

63 — Como pode fazer-se a associação de *n* elementos de pilha?

Faça os esquemas respectivos e explique-os. Diga quando se deve empregar cada um dos tipos de associação.

64 — 1.º) Enuncie e traduza numa expressão matemática a lei de Joule. 2.º) Quando diz que duas partículas em movimento ondulatório estão na mesma fase ou em fases opostas? 3.º) Que sabe de interferência de vibrações?

Resolucões de RÓMULO DE CARVALHO

5. EXAMES UNIVERSITÁRIOS

PONTOS DE EXAMES

F. C. P. — Óptica — 2.º Exame de frequência —1946-47.

134 — Uma onda plana monocromática, polarizada rectilineamente de 0,7 KV/m² de intensidade e propagando-se no vazio, encontra sob um ângulo de 45° uma superfície plana de vidro de índice de refracção 1,54. Calcule: *a*) A intensidade das ondas reflectidas e refractadas. *b*) O ângulo que o plano de vibração da luz refractada faz com o plano da incidência. *c*) A amplitude do vector campo eléctrico antes e depois da reflexão. O plano de vibração da luz incidente faz um ângulo de 45° com o plano da incidência. A impedância característica do vazio é de 378 Ohms. R: — *Intensidade da onda incidente* $I = EH = E^2/378$; *intensidade da onda reflectida* $I' = E'^2/378$; *intensidade da onda refractada* $I'' = 1{,}54E''^2/378$. *Atendendo às fórmulas de Fresnel* $E'_p = E_p \operatorname{tang}(\theta-\theta'')/\operatorname{tang}(\theta+\theta'')$ *e* $E'_s = E_s \operatorname{sen}(\theta-\theta'')/\operatorname{sen}(\theta+\theta'')$ *tem-se: a*) $1{,}54 = \operatorname{sen} 45/\operatorname{sen}\theta''$ *donde* $\theta'' = 27°\ 20'$, $E'^2_p = E^2_p \times 0{,}0103$ *e* $E'^2_s = E^2_s 6 \times 0{,}1014$. *Como* $E_p = E_s$ *vem* $I' = 0{,}1117E^2_p/378$ *e* $I = 2E^2_p/378$; *logo* $I' = 5{,}585\ \%\ I$.

Como o feixe reflectido tem a mesma largura do feixe incidente, 5,585 % *da energia reflete-se, refractando-se portanto* 94,415 % *que se distribue sobre uma superfície* $\cos 27°\ 20'/\operatorname{sen} 45°$ *vezes maior. A intensidade da onda refractada será:* 94,415/1,256 % *de* I, *ou sejam* 75 % *da intensidade da onda incidente. b*) *Fórmulas de Fresnel,* $E''_p = E_p 2 \operatorname{sen}\theta'' \cos\theta/\operatorname{sen}(\theta+\theta'')\cos(\theta-\theta'')$ *e* $E''_s = E_s 2 \operatorname{sen}\theta'' \cos\theta/\operatorname{sen}(\theta+\theta'')$; *logo,* $\operatorname{tang}\alpha = E''_s/E''_p = \cos 17°\ 40'$ *e* $\alpha = 43°\ 20'$. *c*) $I = E^2/378$; $I = E^2_0/2\times378$; $E_0 = 720$ v/m; $I' = E'^2/378$; $5{,}585E^2_0/100\times378\times2 = E^2_0/2\times378$ *logo* $E'_0 = 170$v/m.

135 — Caracterize e distinga as teorias mecanistas das teorias fenomenológicas. Dê alguns exemplos tipos das referidas teorias e aponte a razão do insucesso duma delas na estruturação da física moderna.

136 — Estabeleça a relação de Maxwell a partir da expressão da velocidade de propagação da fase das ondas electromagnéticas. Aponte a razão da referida expressão nem sempre conduzir a resultados numéricos satisfatórios.

137 — Aponte as diferenças entre a propagação das ondas e.m. nos meios condutores e nos meios isoladores. Diga, destacando a influência do tempo de relaxação, como se modifica a propagação nos condutores quando varia a frequência.

138 — Defina ângulo principal de incidência e azimute principal na reflexão metálica. Aponte qual o interesse do conhecimento numérico destes dois parâmetros.

139 — Aponte as diferenças e semelhanças entre os seguintes elipsoides: 1.º elipsoide do tensor poder indutor específico. 2.º elipsoide do tensor inverso do tensor poder indutor especifico. 3.º elipsoide de Fresnel. 4.º elipsoide dos índices.

Resoluções de JOSÉ SARMENTO

F. C. L. — Física F. Q. N. — 2.º Exame de frequência, 1946-47.

140 — *a*) Descreva a experiência de Fiseau para a determinação da velocidade de propagação da luz. *b*) Enuncie o princípio de Huygens.

141— *a*) Descreva uma lâmpada de Coolidge e faça o esquema de uma montagem para a produção de raios X. *b*) Enuncie o princípio da combinação de Ritz e mostre a sua aplicação ao espectro de riscas do hidrogénio.

142 — Variação do coeficiente mássico de absorção quer com o comprimento de onda da radiação, quer com o número atómico do absorvente.

F. C. L. — Física Geral — 2.º Ex. de freq. — 1946-47.

143 — *a*) Represente a rêde de isotérmicas dum fluido real, incluindo a isotérmica crítica e a curva de saturação; defina volume específico crítico do fluido. *b*) — Dê um enunciado do 2.º princípio da Termodinâmica; explique o significado da segunda desigualdade de Clausius. *c*) Descreva o ciclo de funcionamento da máquina de vapor.

144 — *a*) Composição de vibrações circulares da mesma amplitude, de sentidos contrários e da mesma velocidade angular. *b*) Diga o que é o efeito Doppler e estabeleça uma das relações de frequências que conhece. *c*) Indique aplicações do tubo de Kundt e justifique uma delas.

145 — *a*) Enuncie o teorema de Gauss e demonstre o teorema de Coulomb. *b*) Enuncie a lei de Ampère e estabeleça a equação de Maxwell-Ampère. *c*) Defina coeficiente de sobretensão do circuito oscilante; defina susceptibilidade magnética e uma das suas unidades;

estabeleça a equação das dimensões e determine as relações entre as três unidades.

146 — Calcule a variação de energia interna e da entropia dum gás perfeito quando uma molécula-gama sofre uma transformação isotérmica que lhe torna o volume 2,718 vezes maior. R: — *Na expansão isotérmica* $\Delta U=W+Q=0$; *logo a variação de energia interna* $\Delta U=0$ *e* $Q=-W$. *A variação de entropia é dada por* $\Delta S=\int dQ/T$; *para* $T=\text{const.}$, $\Delta S=1/T\int dQ=\Delta S=Q/T$, *mas como* $Q=-W$ *tem-se* $Q=-W=+\int_{v_1}^{v_2} pdv=$ $=RT\int_{v_1}^{v_2} dv/v=RT \text{ Log } v_2/v_1$, *portanto*

$$\Delta S=R \text{ Log } v_2/v_1,$$

substituindo valores vem

$$\Delta S=8{,}314\times10^7 \text{ cal/grau.}$$

147 — Calcule a energia que se liberta quando se interrompe a corrente de 2,00A que percorre um solenoide de 20,0 cm de comprimento constituido por 100 m de fio condutor no ar. R: — *A energia libertada quando se interrompe a corrente* I, *que percorre um solenoide, sem considerar a energia correspondente ao efeito Joule, é* $W=\int_0^I Lidi=L\int_0^I idi=Li^2/2$ *em que* $L=47\pi\mu N^2 s/1$. *Pelos dados do problema tem-se que o comprimento do fio do enrolamento é* 100×10^2 cm$=2\pi rN$ *e que* $s=\pi r^2=(100\times10^2)^2/4\pi N^2$, *sendo* r *o raio de cada espira e* N *o número total de espiras, o que dá* $L=\mu(10^4)^2/1$. *Portanto* $W=\mu(10^4)^2I^2/2l$, *substituindo* $\mu=1$ U. Em, $I=2{,}00\times\times10^{-1}$ U.Em *e* l=20,0 cm *vem finalmente* $W=10^5$ergs.

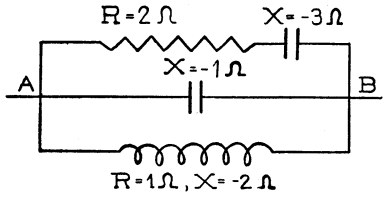
F. C. L. — Electricidade — 2.º Ex. de freq. 1946-47.

148 — a) Lei de Joule da corrente alternada; electrómetro de Lippmann. *b*) Diga o que é e figure a característica externa do dínamo-série, derivação e composto. *c*) Esquema e funcionamento da bobina de Rhumkorff; diga como pode carregar um condensador com esta bobina.

149 — *a*) Alto-falante electrodinâmico; contador eléctrico. *b*) Ponte dupla de Kelvin. *c*) Equações de passagem.

150 — *a*) Teoria do super-condutor; realização experimental. *b*) Dispersão no domínio dos raios X

151 — Dado o esquema:



Calcule a impedância equivalente ao circuito e tang φ sendo φ a d.d.f. entre a corrente e a tensão entre *A* e *B*. R: — *Representando por* $1/Z'$ *o inverso da impedância complexa entre A e B e por* $1/Z_1'=1/R_1+jX_1$; $1/Z_2'=1/R_2+jX_2$ *e* $1/Z_3'=1/jX_3$ *os inversos das impedâncias de cada um dos circuitos em paralelo dados no esquema tem-se* $1/Z'=1/Z_1'+1/Z_2'+1/Z_3'$; *ou ainda*

$$1/Z' = [\ (R_1R_2 - X_2X_3 - X_1X_3 - x_1X_2) + j(R_2X_3 + R_1X_3 + R_1X_2 + R_2X_1)\ ] : [\ (-R_1X_2X_3 - R_2X_1X_3) + j(R_1R_2O_3 - X_1X_2X_3)\ ].$$

Substituindo nesta expressão as letras pelos valores numéricos, efectuando as operações e invertendo vem $Z'=(1-8j)/(7-2j)=0{,}4-j$. *O módulo da impedância complexa Z' é a impedância* Z *do circuito* e *o seu argumento é a d.d.f.* φ *entre a corrente e a tensão. Logo* $Z=\sqrt{0{,}4^2+1^2}=1{,}1$ Ohms e tang $\varphi=-1/0{,}4=-2{,}5$.

Resoluções de GLAPHYRA VIEIRA

6. PROBLEMAS DA INVESTIGAÇÃO EM FÍSICA

OS MESÕES

Non multa, sed multum

Acabamos de receber uma informação sensacional: a produção de mesões no grande ciclotrão de Berkeley. A nossa admiração junta-se ainda a surpresa agradável de sabermos que um dos autores da notável descoberta foi um físico brasileiro, o Dr. C. M. G. Lattes.

Por se tratar duma questão pouco ventilada entre o público, mesmo científico, parece-nos indispensável procurar expôr, embora ràpidamente, os precedentes da grande descoberta e o significado do seu alcance.

Também desejamos que os nossos leitores saibam como foi possível publicarmos em Abril, em Portugal, fotografias e resultados originais que nos próprios Estados Unidos

só foram divulgados a partir do dia 8 de Março. Devemos esta excepcional oportunidade à acção dum colaborador e amigo, o Dr. Hugo Ribeiro (actualmente professor de Matemática na Universidade de Berkeley), junto do próprio Dr. Lattes. Este teve a amabilidade de entregar ao Dr. Ribeiro, expressamente para a Gazeta de Física, um dos 100 únicos exemplares da comunicação cujo resumo reproduzimos adiante em português. A ambos os nossos melhores agradecimentos e ao Dr. Lattes a expressão da nossa sincera admiração pelo seu maravilhoso trabalho.

* * *

Para assentar ideias diremos desde já que o mesão (ou mesotrão) é uma partícula «inventada» pelo grande físico japonês Yukawa, em 1935, para explicar a grandeza das forças nucleares que, nos núcleos, ligam entre si protões e neutrões. Em 1937 verificou-se que na radiação cósmica existiam partículas que, pelas suas propriedades, deviam ser do tipo imaginado por Yukawa. Esta concordância teve a maior importância para a consolidação da teoria mesónica das forças nucleares e para o desenvolvimento crescente do interesse dos físicos pelo estudo dos raios cósmicos.

De facto, a teoria das forças nucleares é um dos problemas fundamentais da Física e compreende-se que a descoberta, na radiação cósmica, das partículas a que se liga a natureza dessas forças, determinasse o maior interesse pelo estudo dessa radiação, fonte natural e única das referidas partículas.

Por outro lado, tanto do ponto de vista das necessidades da teoria como da interpretação de certos resultados experimentais as propriedades essenciais da nova partícula (massa e carga) eram as seguintes: uma massa cerca de 200 vezes a massa do electrão e uma carga eléctrica, positiva ou negativa, igual em valor absoluto à do electrão, ou ausência de carga eléctrica.

Os anos iam passando, e parecia que o Homem devia resignar-se a ser um mero espectador, observando partículas (e não experimentando com elas) originadas, segundo meios desconhecidos, em inacessíveis regiões do espaço inter-planetário.

A única esperança residia na possibilidade teórica de transformar energia em massa segundo a relação $E=Mc^2$, de Einstein, e na certeza da validade da mesma em virtude da realização de electrões e positrões a partir da radiação gama. Mas, para produzir mesões, em vez de electrões, por materialização da energia, seria necessária uma energia disponível cerca de 200 vezes maior que no caso dos electrões, visto ser 200 vezes maior a massa «a criar». Ora sendo aquela energia, no caso dos electrões, de cerca de meio milhão de electrão-volts[1], deveria ser da ordem de 100 milhões de electrão-volts no caso dos mesões.

Desde que houve a convicção da *existência* de mesões, a sua *produção* passou a ser um dos objectivos dos físicos nucleares, especialmente dos que trabalhavam com ciclotrões e nomeadamente do Prof. E. O. Lawrence, director do Radiation Laboratory de Berkeley e inventor do ciclotrão. A sua perseverança neste sentido é tanto mais admirável e mais digna de ser assinalada quanto é certo que em 1938, há apenas 10 anos, se pensava, por razões de ordem técnica, não ser de esperar ultrapassar os 10 milhões de volts com os ciclotrões então conhecidos...

A guerra veio demonstrar que, mesmo na progressiva América do Norte, os físicos careciam mais de meios de trabalho e de organização do que de saber para realizarem as suas justas aspirações de dominar ainda mais a natureza. E de facto, graças ao grande ciclotrão de 4000 toneladas de Berkeley (o de Paris ou o de Zurich, por exemplo, têm apenas 30 toneladas), foi possível a produção de mesões pelo homem, pela primeira vez na noite de 21 de Fevereiro de 1948.

---

[1] O electrão-volt (*eV*) é a energia adquirida por um electrão que sofre a queda de tensão de 1 volt. É claro que para ter um electrão com uma energia de 100 milhões de *eV* seria necessária uma alta tensão de 100 milhões de volts. A mesma tensão produz partículas alfa com cerca de 400 milhões de *eV*.

Certamente o caracter verdadeiramente primordial desta descoberta não escapará a nenhum dos nossos leitores, mas o valor da mesma ainda lhe aparecerá mais louvável quando souber como há bem pouco tempo se estava por toda a parte longe de tal sucesso.

Assim, da 3.ª impressão (1944) do excelente livrinho de Pollard e Davidson «Applied Nuclear Physics», traduzimos o final dum pequeno apêndice relativo aos mesões (p. 236): «O papel desempenhado pelos mesões nos núcleos ainda não é conhecido. As experiências futuras mais excitantes envolvem o superciclotrão e o bombardeamento com partículas possuindo em excesso a energia necessária para expulsar um mesão dum núcleo — se é que ele lá está. Até que tais experiências tenham sido feitas não teremos saído da era da especulação».

Citaremos também um testemunho ainda mais recente e de não menos notável personalidade. Num relatório de 29 de Janeiro deste ano, relativo à construção dum laboratório italiano para estudos de radiação cósmica (a 3500 m de altitude) o professor G. Bernardini escreve: «Trata-se dum laboratório com uma actividade bem definida: o estudo das partículas elementares como estas se manifestam nos raios cósmicos, ou seja o estudo das mesmas no domínio das altas e altíssimas energias. Em relação a este programa especifico, é provável que não deva ter uma existência muito longa porque no decorrer de poucos anos, as grandes instalações para a produção de feixes de partículas tendo energias muito elevadas permitirão fazer, por assim dizer, os raios cósmicos em casa»...

As razões de ordem experimental, deduzidas do estudo da radiação cósmica, conducentes à convicção da existência de mesões são as mais fáceis de descrever. Assim, descobriram-se partículas com todas as características de electrões de elevadíssima energia, capazes de atravessar espessuras de chumbo de vários centímetros. Por outro lado, segundo a mecânica quântica, electrões desses emitem fotões de grande energia, capazes por seu turno de produzirem electrões secundários ainda relativamente enérgicos. Ora os supostos electrões de grande energia foram observados escapando-se do chumbo *isolados,* sem o cortejo de electrões secundários previsto pela teoria. Chegou a pensar-se que esta não seria aplicável a electrões de tão elevadas energias, mas a breve trecho se descobriram electrões, actuando de acordo com a teoria e com a mesma energia que as partículas que pareciam não lhe obedecer. Esta contradição só podia ser levantada admitindo serem estas partículas diferentes dos electrões. A principal alteração, necessária para explicar a diferença de comportamento, consistia em atribuir às novas partículas uma massa cerca de 200 vezes a massa dos electrões.

Do ponto de vista teórico, a origem do conceito de mesão encontra-se na insuficiência dos electrões para explicarem a grandeza das forças que, nos núcleos, ligam entre si protões e neutrões. Para compreender como estas forças exigem a consideração de partículas determinadas, vejamos muito sumáriamente como se explicam certas ligações atómicas e, nomeadamente, a mais simples de todas, a dos dois átomos da molécula de hidrogénio. Esta é formada por dois protões e dois electrões. Se entre os protões só existisse a força de Coulomb (que é repulsiva) e forças gravíticas (que são insignificantes), de modo algum se poderia explicar a estabilidade, apreciável, da molécula de hidrogénio. Há pois que admitir a existência duma nova força, dum tipo que só se manifesta à escala atómica. A mecânica quântica ensina-nos qual é essa força, como se calcula e dá-nos até a possibilidade de a objectivarmos macroscopicamente. Segundo a mecânica quântica, essa força resulta da probabilidade finita que qualquer dos electrões tem de, em qualquer momento, se associar a qualquer dos protões (e não apenas a um determinado). Dá-se a tais forças o nome de forças de câmbio (troca ou permuta...).

Compreende-se agora que, para explicar a existência de forças de ligação entre protões e neutrões, era natural começar por considerar forças de câmbio derivadas da troca de

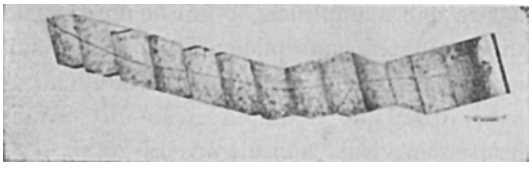
electrões (positivos ou negativos) entre protões e neutrões. Ora, o valor dessas forças depende da massa das partículas «trocadas» e foi tentando ajustar a teoria às realidades experimentais que Yukawa se viu levado a admitir a existência de «electrões» com uma massa 200 vezes maior que a habitual, ou sejam os mesões. Seria por troca de mesões que se poderiam explicar as forças entre as partículas nucleares (ou nucleões): um protão emitindo um mesão positivo passa a neutrão; este, emitindo um mesão negativo passa a protão. Mas, com a descoberta de que eram sensivelmente iguais às ligações protão-neutrão as ligações protão-protão e neutrão-neutrão foi necessário admitir a existência de um mesão neutro...

Da própria essência da teoria resultava então que o meio ideal para a produção de mesões seria a interacção provocada de partículas nucleares tendo uma delas uma energia disponível de pelo menos 100 milhões de electrão-volts.

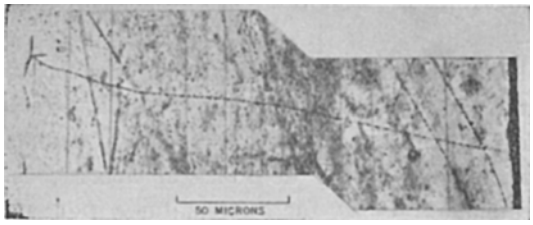
Por outro lado, como registar a descoberta da nova partícula caso ela viesse realmente a ser produzida?

Para o processo finalmente adoptado muito contribuiram as descobertas feitas nos últimos anos de emulsões fotográficas particularmente sensíveis a partículas nucleares, com espessuras de 50 microns apenas. Os mesões produzidos foram registados por pilhas de chapas destas, que eram depois observadas ao microscópio com uma amplificação de 600 diâmetros. É precisamente ao Dr. Lattes que se devem os mais recentes aperfeiçoamentos desta curiosíssima e moderna técnica nuclear.

Damos a seguir reproduções fotográficas de trajectórias de mesões negativos, extraidas



da comunicação de Gardner e Lattes a que já fizemos referência. A segunda figura junta revela a particularidade do final da trajectória ser acompanhado por uma «estrela» ou ex-



plosão, marcada pela emissão de várias partículas. Em ambas as figuras, o início da trajectória está do lado direito. Repare-se como a ionização (medida pela densidade do grão) aumenta para o final da trajectória. Notem-se também os sucessivos desvios da mesma devidos a «choques» com núcleos da própria emulsão.

* * *

Terminaremos estas curtas notas dando em português a tradução do resumo da comunicação tão notável de Gardner e Lattes:

«*Observámos trajectórias, que pensamos serem devidas a mesões, em chapas fotográficas colocadas próximo de um alvo bombardeado por partículas alfa de 380 milhões de electrão-volts. Para uma pose de 10 minutos*[1] *no ciclotrão encontram-se cerca de* 50 *trajectórias de mesões ao longo da aresta de* 3 *polegadas duma chapa fotográfica. A massa foi determinada medindo a curvatura no campo magnético e o percurso na emulsão. Das primeiras trajectórias de mesões medidas achamos uma massa de 313 ± 16 vezes a massa do electrão. É altamente provável que estes mesões sejam os mesões pesados descritos por Lattes, Occhialini e Powell*».

Repare-se na simplicidade destas palavras comparada com a grandiosidade da realização que elas nos anunciaram.

A. GIBERT
Ex - Assist. DA FAC. DE CIÊNCIAS DE LISBOA

[1] Na natureza a intensidade disponível é, desde já, cerca de 100 milhões de vezes menor que no ciclotrão de Berkeley.

8. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO

O MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

Como é sabido, a imagem de um ponto luminoso, produzida por um sistema óptico não é nunca um ponto, mesmo que o sistema óptico fosse isento de todas as aberrações. A imagem é de facto constituida por um círculo luminoso rodeado por anéis luminosos menos intensos. Este facto provém do fenómeno de difracção da luz e resulta da natureza ondulatória desta. O que nos aparece como imagem de um objecto pontual é o pequeno círculo brilhante, conhecido pelo nome de *círculo de Airy*.

Demonstra-se que o raio do círculo de Airy é $r'=0{,}61\lambda/\text{sen } u'$ sendo λ o comprimento de onda da luz emitida e u' o ângulo formado pelo raio marginal emergente com o eixo do sistema óptico.

Se considerarmos dois pontos luminosos muito próximos, as suas imagens estarão também muito próximas, e, é fácil mostrar que, se os centros dos respectivos discos de Airy distarem menos que os raios dos ditos círculos, não há mínimo sensível de luz entre os dois centros, quer dizer, as duas imagens não aparecem distintas.

Chama-se *poder resolvente* do sistema óptico considerado, a menor distância a que devem estar dois pontos luminosos para que o sistema óptico dê deles imagens distintas. É fácil mostrar que o poder resolvente de um sistema óptico é dado por $0{,}61\lambda/n \text{ sen } u$, sendo n o índice de refracção do meio interposto entre o ponto luminoso e o sistema óptico, u o ângulo formado pelo raio marginal incidente com o eixo do sistema e λ o comprimento de onda da luz incidente. A quantidade $n \text{ sen } u$ chama-se *abertura numérica* do sistema. Vê-se que o poder resolvente é tanto menor quanto maior for a abertura numérica.

As objectivas correntes de maior abertura numérica têm uma abertura numérica de 1,40. São as objectivas de imersão em óleo de cedro (n=1,5). Podem no entanto obter-se objectivas com a abertura numérica de 1,65 empregando um meio de imersão de índice muito elevado.

A uma abertura numérica de 1,40 corresponde, com a luz visível, um poder resolvente de 0,20 microns; a uma abertura numérica de 1,65 corresponde o poder resolvente de 0,17 microns. Quer dizer que com o microscópio óptico não podemos nunca esperar distinguir detalhes inferiores àquelas dimensões.

Deve no entanto notar-se que a fórmula anterior se aplica a um objecto luminoso, o que não é o caso corrente em microscopia. No caso do objectos iluminados o poder resolvente é inferior ao indicado. Também, recentes considerações levam a substituir o factor 0,61 por 0,50.

Mas não importa apenas que o sistema óptico tenha separado as imagens. É necessário que o observador as veja como imagens distintas. Ora, está estabelecido que, para que a nossa retina veja dois pontos como pontos distintos é necessário que o ângulo visual deles seja superior a 1' (0,00029 radianos). Quer então dizer que a amplificação necessária do sistema será

$$M=\frac{0{,}00029}{0{,}61\lambda/n \text{ sen } u}\times D_v.$$

Sendo D_v a distância mínima de visão distinta do observador. A este valor da amplificação chama-se *amplificação útil.* Amplificações superiores dão lugar a imagens maiores mas nas quais não se distinguem novos detalhes de objecto. Como regra prática pode dizer-se que, a amplificação útil de um sistema óptico se obtém multiplicando por 1000 a sua abertura numérica. Como resultado final podemos dizer que a amplificação útil de um microscópio visual não ultrapassa 2000.

Procurou-se aumentar a abertura numérica das objectivas, por forma a descer o limite de resolução, utilizando luz ultravioleta, de

menor comprimento de onda. No entanto pouco se tem feito neste sentido em virtude de várias dificuldades de técnica. Em primeiro lugar as lâminas, lamelas e lentes têm de ser feitas em quartzo, pois que o vidro ordinário é pràticamente opaco às radiações ultravioletes; outra dificuldade resulta de se não ter encontrado uma substância conveniente para combinar com o quartzo por forma a obter lentes acromáticas, o que implica a utilização de luz monocromática.

A visualização da imagem pode fazer-se graças a um alvo fluorescente, posto que mais geralmente se prefira utilizar a fotografia.

Com o microscópio de luz ultraviolete pode chegar-se a um limite de resolução para o qual a amplificação útil é de 4000.

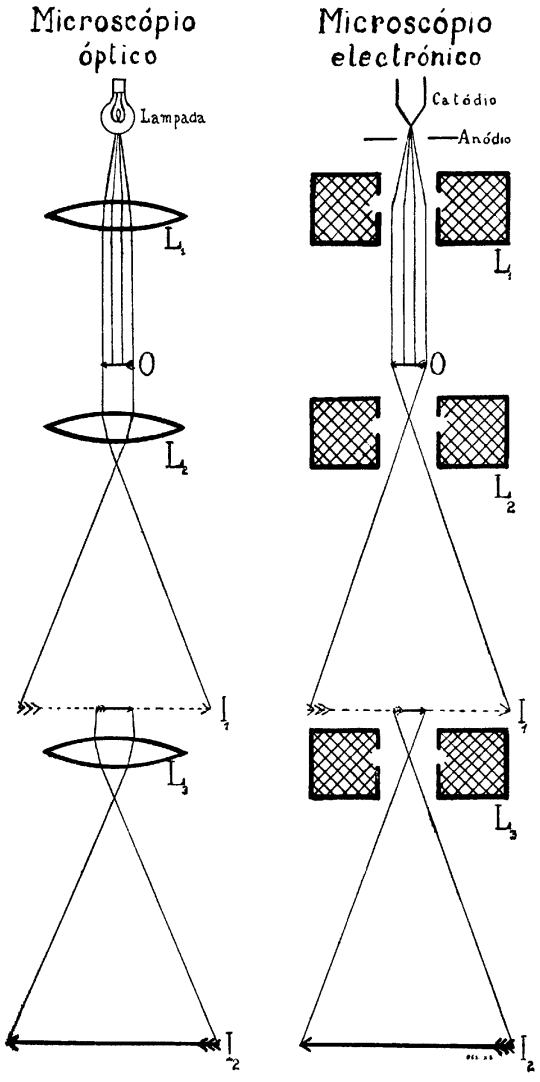
Para se poder obter amplificações úteis mais elevadas, correspondendo a limites de resoluções inferiores, recorreu-se ao microscópio electrónico. Neste microscópio a luz é substituida por um feixe de electrões (raios catódicos).

Como é sabido, um electrão em movimento é desviado por um campo eléctrico e por um campo magnético. Pode pois conseguir-se que vários electrões partindo dum determinado ponto em várias direcções sejam desviados por forma a virem reunir-se novamente num outro ponto a que poderemos chamar *imagem electrónica* do primeiro.

Nos microscópios electrónicos em uso tem-se utilizado de preferência campos magnéticos obtidos por meio de bobines percorridas por uma corrente eléctrica. Uma tal bobine constitui o que se chama uma *lente magnética.* Um microscópio electrónico funciona de uma maneira análoga a um microscópio óptico adaptado à fotografia. Esta similitude está indicada na fig. 1.

No microscópio óptico, na figura 1 *a*), a origem luminosa é constituiria por uma lâmpada; os raios luminosos emanados da lâmpada são transformados num feixe paralelo pelo condensador L_1 e dirigidos sobre o objecto *O*. A objectiva L_2 dá deste objecto uma imagem real ampliada I_1 de que a ocular L_3 dá uma nova imagem real ampliada I_2 que se forma sobre a chapa fotográfica.

No microscópio electrónico, figura 1 *b*), a origem luminosa é um fio incandescente (o catódio) que emite electrões. Um anódio com um pequeno orifício central acelera fortemente os electrões; a diferença de potencial entre o anódio e o catódio é de cerca de 30.000 volts e tem de ser constante (variações inferiores a 1 volt). O feixe electrónico é transformado num feixe paralelo pela lente magnética L_1 (condensador) e vai incidir sobre o objecto *O*. Os raios electrónicos passam através do objecto e são diferentemente absor-



a) Fig. 1 *b)*

vidos conforme a estrutura do objecto e comsequente poder de absorpção.

Os raios que atravessaram o objecto são desviados pela lente L_2 (objectiva) e vão formar uma imagem electrónica real e ampliada I_1.

lâmina de colódio extremamente delgada que é fàcilmente atravessada pelo feixe electrónico.

Sabe-se hoje que o movimento de um feixe de partículas é regido por uma equação análoga à da propagação de uma onda. Por outras palavras, a uma partícula em movimento está associada uma onda cujo comprimento de onda é dado por h/mv sendo h a constante de Planck ($6{,}55\times10^{-27}$ erg. segundo), m a massa da partícula e v a sua velocidade. Nestas condições o poder resolvente de um microscópio electrónico tem também um limite inferior. No entanto o comprimento de onda associada a um electrão acelerado por uma diferença de potencial de 30.000 volts é cerca de 100.000 vezes menor do que o comprimento de onda da luz visível o que permite reduzir na mesma proporção o poder resolvente. Pode pois esperar-se

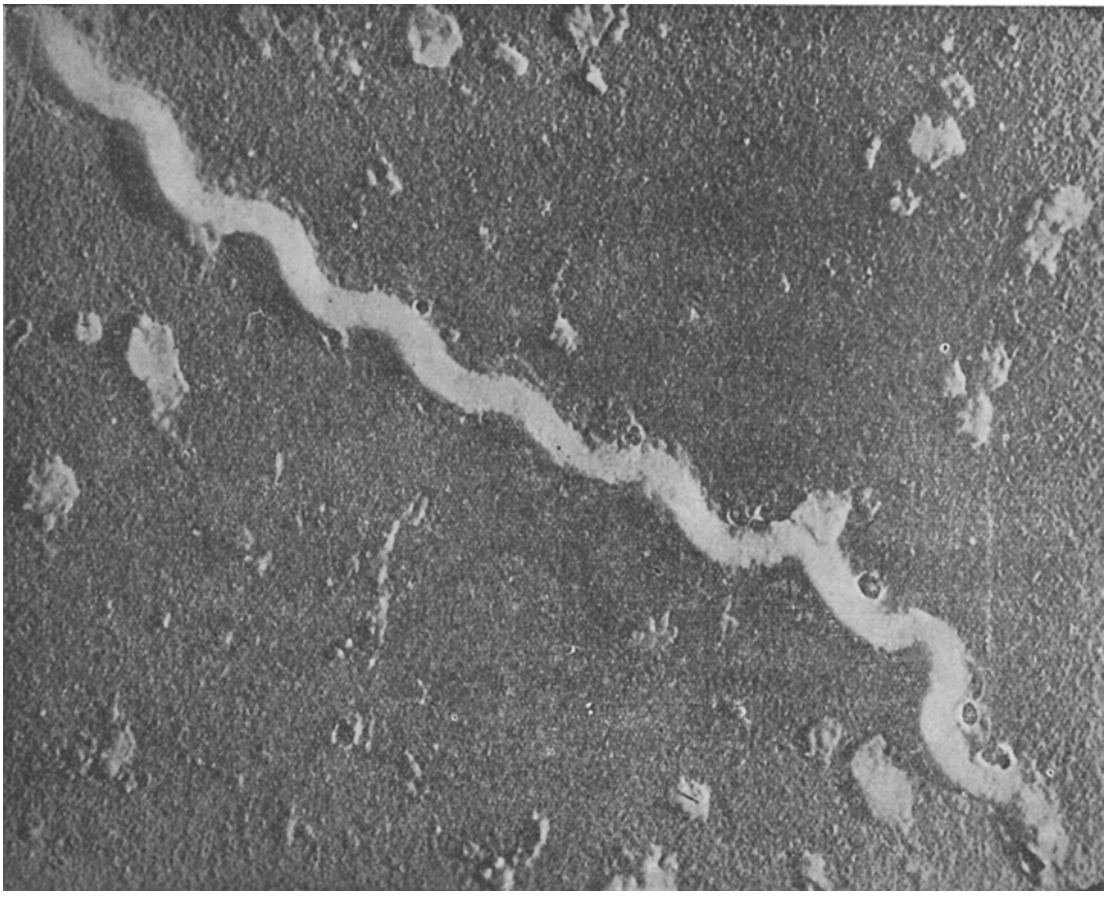


Fig. 2

Uma nova lente magnética L_3 (ocular) dá desta imagem uma nova imagem também real e ampliada.

Evidentemente esta imagem electrónica não é visível, mas vai formar-se sobre um alvo fluorescente onde pode ser observada. Substituindo o alvo por uma placa fotográfica pode obter-se uma fotografia da imagem.

Como os raios catódicos devem atravessar o objecto este não pode estar colocado sobre uma lâmina de vidro como nas preparações destinadas à observação com o microscópio óptico. Utiliza-se para depor o objecto uma

obter amplificações úteis muito mais elevadas que com o microscópio óptico.

Realmente a R. C. A. (Radio Corporation of America) fabrica dois modelos de microscópios electrónicos que dão já uma amplificação útil de 100.000 e em casos particularmente favoráveis de 200.000. Este valor está ainda francamente abaixo da amplificação útil máxima teórica para feixes de electrões acelerados pela tensão de 30.000 volts e podemos legitimamente esperar largos progressos neste campo. Pode ainda aumentar-se o valor da amplificação útil teórica empregando potenciais aceleradores maiores. Posto que este facto apresente dificuldades técnicas é de supor que elas serão vencidas no futuro.

A fig. 2 representa uma microfotografia obtida com o microscópio electrónico com uma amplificação de 20.000.

A. Marques da Silva
ex-1.º Assistente da Faculdade
de Ciências de Lisboa

A ARTE DE CONTAR FOTÕES

Os fenómenos luminosos acompanham por vezes certos fenómenos físico-químicos; assim, entre as reacções químicas existem as chamadas reacções fotoquímicas, ou porque em certos casos é necessário fornecer luz para que a reacção se dê, ou porque noutros a reacção produz luz.

Desta maneira, quem estuda estas reacções, possuindo um dispositivo que permitisse fazer medidas sobre a luz assim fornecida ou emitida, obteria preciosas informações sobre o seu mecanismo; saberia, por exemplo, medir a velocidade de reacção, ou ainda calcular a energia irradiada, isto é, transformada em radiação luminosa.

Ora todos sabem que a natureza da luz é dupla, ao mesmo tempo ondulatória e corpuscular, e que, com este segundo aspecto, se apresenta aparentemente formada por corpúsculos chamados fotões; seria então do maior interesse, no decurso das reacções acima citadas, poder contar o número de fotões emitidos à medida que a reacção se efectua; o número e a cadência da emissão de fotões constituiria uma informação de primeira ordem sobre o mecanismo desta, mais pormenorizada e precisa do que as medidas de doseamento químico.

Para tornar possível tal enumeração de fotões, Audubert e van Dormal (Laboratório de Electroquímica da Sorbonne) conseguiram, em 1933, realizar contadores fotoeléctricos com catódio de iodeto de cobre, de grande sensibilidade no domínio ultra-violeta entre 2000 e 2850 Angstroms. Estes contadores são cheios de vapor de alcool à pressão de 10mm de mercúrio. O princípio utilizado consiste na produção de descargas eléctricas provocadas pela chegada dos fotões ao catódio. Estas descargas são amplificadas e contadas; a aferição dos contadores é extremamente delicada; em particular, é necessário ter em conta a emissão de electrões com o aparelho em plena obscuridade, ou seja, a produção de descargas na ausência de toda a radiação luminosa, sob a influência de causas diferentes da luz mas que continuam a exercer-se quando o aparelho a recebe. Tais fenómenos necessitam de ser estudados para se determinar a sensibilidade absoluta dos fotocontadores. O seu realizador, R. Audubert, já em 1935 determinara essa sensibilidade por um método relativamente simples, mas aproximado. J. Mattler retomou em 1943 tais determinações duma maneira mais precisa: para isso mediu a 2300 Angstroms, comprimento de onda correspondente a uma grande sensibilidade dos contadores, a energia luminosa (número de fotões) saídos de um monocromatizador de quartzo. Depois de reduzido numa relação conhecida, este feixe incide sobre o catódio do contador, do qual se anota a reacção (número de descargas por minuto). Graças a um engenhoso dispositivo e a múltiplas precauções mecânicas, eléctricas, e térmicas, foi possível

determinar que o melhor dos contadores obtidos, regista em média, uma descarga por 700 fotões incidindo sobre o catódio. Tendo em conta o que foi acima dito relativamente às descargas produzidas na obscuridade, vê-se que com tais contadores é possível revelar uma radiação correspondente a 1200 fotões incidindo sobre o catódio. Assim, a mais pequena quantidade de luz revelável, que depende ao mesmo tempo da sensibilidade e da estabilidade do contador, atinge excepcionalmente 20 fotões por segundo e por centímetro quadrado, e 50 com muita frequência.

Outra característica destes aparelhos, cujo estudo é indispensável e também prossegue actualmente, é a variação do número de descargas em função do fluxo luminoso (número de fotões por segundo e por centímetro quadrado incidindo sobre o catódio). Esta variação, dificilmente explicável pois que, segundo parece, deve haver proporcionalidade entre o número de descargas e o fluxo, foi examinada por J. Mattler em 1945. Utilizando dois fotocontadores, em luz monocromática, combinou duas maneiras de proceder distintas para conseguir realizar variações fortes do fluxo incidente (1 a 150). Notou que para as variações fracas do fluxo (1 a 10) havia realmente proporcionalidade entre a intensidade e o número de descargas registadas, mas que para variações maiores isso já não acontecia; esta ausência de proporcionalidade não podia ser atribuida nem ao tempo morto do totalizador mecânico das impulsões, nem ao mau funcionamento do amplificador, nem ainda a um empobrecimento do catódio em fotoelectrões para fluxos intensos: não é pois de origem fotoeléctrica nem instrumental, e parece, de maneira definitiva, ùnicamente atribuível a fenómenos que se produzem no próprio interior dos contadores.

Por isso, quando os contadores fotoeléctricos são empregados como instrumentos de medição, é indispensável estabelecer antecipadamente a relação exacta entre o número de descargas e o número de fotões recebidos.

Como foi dito acima, estes contadores de corpúsculos luminosos são de grande utilidade nos laboratórios de Química-Física, pelo estudo profundo que permitem de certas reacções. Damos a seguir alguns exemplos, escolhidos entre os trabalhos mais recentes.

Graças ao contador que realizou, R. Audubert poude determinar a acção dos gases nas reacções fotogénicas (o que quer dizer produtoras de luz) que acompanham a dissociação do azoteto de sódio sob a acção do calor. Esta dissociação, realizada no interior de um forno com janela de quartzo, emite uma certa radiação ultra-violeta, compreendida entre 2500 e 1900 Angstroms, radiação que pode ser medida por meio de um fotocontador de iodeto de cobre, cuja sensibilidade máxima anda à volta de 2300 Angstroms. Procedendo em recipiente fechado, a diferentes pressões, e produzindo a dissociação sucessivamente em diferentes gases tais como o azoto, o hidrogénio, e o oxigénio purificados, ou até no vácuo, observa-se que a emissão luminosa é nula ou extremamente fraca; pelo contrário realizando as mesmas experiências nesses diferentes gases, produzindo uma circulação no forno, a radiação ultra-violeta manifesta-se com grande intensidade, que deminui ou se anula quando se interrompe a corrente gasosa: verifica-se por outro lado que o número de fotões emitidos é tanto maior quanto mais elevada é a velocidade da circulação do gás. Deste modo, a possibilidade de contar os corpúsculos luminosos emitidos permite formular uma interessante hipótese segundo a qual a influência da circulação do gás não deve ser ligada a um fenómeno químico, mas sim ao arrastamento duma substância particularmente volátil, capaz pela sua presença de impedir a emissão de luz.

Os mesmas fotocontadores permitiram estudar a emissão de radiação ultra-violeta pela electrólise de uma solução de ácido azotídrico e azoteto de sódio (R Audubert e E. T. Verdier, 1939), e a absorpção no domínio ultra-violeta dos vapores do ácido azotídrico (T. Verdier, 1942). Neste último exemplo, a utilização dos contadores permite pôr em evidência uma emissão de luz extremamente fraca que acompanha a dissociação fotoquímica dos vapores

do ácido azotídrico, e estabelecer que esta decomposição, acelerada pelo azoto e pelo hidrogénio, é retardada pelo oxigénio.

Por outro lado, R. Audubert e Ch. Racz puderam verificar em 1940 que, ao dar-se a decomposição electrolítica de um soluto de azoteto de sódio, decomposição acompanhada de emissão ultra-violeta, o azoto formado no anódio deve passar, antes de se tornar em azoto normal, por um estado intermédio chamado metaestável, isto é, pouco duradouro; chegaram a determinar a vida média desta forma de azoto.

Ch. Racz (1941) utilizou estes aparelhos para estabelecer uma teoria da cristaloluminescência. Mostrou que a cristaloluminescência que acompanha a precipitação química de certos sais como o cloreto de sódio e o cloreto de potássio se estende ao domínio ultra-violeta e é revelável pelos fotocontadores. Os efeitos mais intensos são obtidos precipitando o sal duma solução saturada pela adição do ácido correspondente. Utilizando diversos processos, Ch. Racz chegou à conclusão de que métodos diferentes de precipitação, tais como o arrefecimento brusco, a variação da solubilidade pela adição de ácido ou de alcool, dão lugar a fenómenos semelhantes, e por consequência o mecanismo da emissão da luz deve ser o mesmo em todos os casos.

Alguns metais como o alumínio, o silício, o tântalo, o magnésio, logo que funcionam como anódio em certas electrólises dão lugar a polarizações elevadas ligadas à formação de uma película de alta resistência. A passagem da corrente eléctrica através de tais condutores é acompanhada por efeitos luminosos visíveis que foram assinalados por numerosos autores mas nenhuma teoria aceitável tinha sido formulada a respeito desta luminosidade. R. Audubert fez sobre este assunto um profundo estudo por meio dos fotocontadores.

Enfim, Ch. Racz (1944) utilizou a emissão da radiação ultra-violeta produzida na combustão do carbono para aprofundar o mecanismo da oxidação do carbono, e provou quantitativamente, a altas temperaturas, a existência de transferência de energia por quantas, transferências que são o elemento essencial de propagação da reacção.

Todos estes resultados ligados á construção e aperfeiçoamento dos contadores de fotões mostram o interesse destes aparelhos que, capazes de registar a emissão de corpúsculos luminosos nos numerosos casos em que se produzem, permitem assim penetrar fenómenos físico-químicos obscuros aos quais está ligada esta emissão.

J. L. DESTOUCHES

10. QUÍMICA

ELEMENTOS TRANSURANIANOS[1]

A importância sempre crescente dos conhecimentos que se relacionam com a descoberta dos elementos transuranianos e o facto desses conhecimentos se encontrarem dispersos por várias revistas científicas, levou-nos a pensar que seria útil fazer uma síntese do que até hoje tem sido publicado sobre este assunto.

A descoberta dos elementos transuranianos pode considerar-se como uma consequência da descoberta das transmutações artificiais. Foi Rutherford quem, em 1919, ao estudar o percurso das partículas α emitidas por uma origem de rádio numa atmosfera de azoto, descobriu a primeira transmutação provocada, que pode ser interpretada pelo seguinte esquema:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

[1] Este artigo constituiu o assunto dum seminário, realizado, em 17 de Março de 1948, no Centro de Estudos de Física., anexo à Faculdade de Ciências de Lisboa.

isto é, do choque duma partícula α, ou seja, dum núcleo de hélio, com um núcleo de azoto, resulta a fusão desses dois núcleos num único que, sendo instável, se decompõe imediatamente, com emissão dum protão e formação dum isótopo do oxigénio.

Descoberto o fenómeno, vários investigadores empreenderam o estudo das possibilidades de transmutação de outros elementos, por bombardeamento com partículas α, tendo verificado que todos os elementos, de número atómico compreendido entre os do boro e do potássio, com excepção do carbono e do oxigénio, eram transmutados, por aquele processo, com emissão de protões.

A impossibilidade de transmutar elementos de número atómico superior ao do potássio, por bombardeamento com partículas α, foi explicada atendendo a que, tanto os núcleos atómicos como aquelas partículas, possuem cargas eléctricas positivas, devendo portanto repelir-se mutuamente, e a que essa acção de repulsão aumenta com o número atómico, por aumentar o número de protões nucleares. A descoberta dos processos artificiais de aceleração de partículas carregadas de electricidade e o emprego de protões e de deutões como partículas bombardeantes, permitiram no entanto ir mais além na escala dos elementos, por ordem crescente do seu número atómico.

Em todo o caso, foi só depois da descoberta do neutrão, em 1932, que o estudo das transmutações artificiais tomou um verdadeiro incremento. Com efeito, tornou-se evidente que, sendo o neutrão uma partícula de carga eléctrica nula, não podia sofrer qualquer acção de repulsão por parte dos núcleos atómicos e devia ser portanto o projectil ideal para provocar transmutações nucleares.

A experiência mostrou que, de facto, a maioria dos elementos conhecidos podia sofrer transmutação, por bombardeamento com neutrões, dando origem à formação de outros elementos estáveis ou radioactivos. As reacções nucleares, provocadas por neutrões, podem ser de vários tipos: (n, α), (n, p), $(n, 2n)$ e (n, γ), isto é, um elemento, quando bombardeado com neutrões, pode transmutar-se noutro, com emissão duma partícula α, dum protão, de dois neutrões ou dum fotão.

Foi em 1934 que Fermi (1) tentou, pela primeira vez, transmutar o urânio por bombardeamento com neutrões. A análise da reacção nuclear provocada levou-o a concluir que se tratava duma reacção do tipo (n, γ), isto é, que o núcleo do urânio captava um neutrão, formando-se portanto um isótopo daquele elemento, com libertação duma certa energia hf, sob a forma dum fotão

$$^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{239}_{92}U + hf$$

e o estudo das propriedades do produto da transmutação revelou uma actividade β, que levou Fermi a pensar que o produto da desintegração do isótopo formado devia ser um elemento de número atómico 93, isto é, um elemento transuraniano.

Repetindo as experiências e acompanhando-as com medidas mais precisas da radioactividade, Fermi verificou a formação de elementos radioactivos de 4 períodos diferentes: 10 segundos, 40 segundos, 13 minutos e 90 minutos, tendo então concluido que, pelo menos um destes períodos, devia pertencer a um elemento transuraniano.

Aplicando métodos de arrastamento, usuais em radioquímica, Fermi e outros investigadores conseguiram provar que os elementos radioactivos, formados a partir do urânio, tinham propriedades químicas diferentes das dos elementos de números atómicos compreendidos entre 86 e 92, o que favorecia a hipótese destes elementos estarem situados, na tabela de Mendelejeff, para além do urânio.

Estas experiências foram repetidas por Hahn, Meitner e Strassmann (2), que confirmaram os resultados anteriores e corrigiram o valor do, período de 13 minutos para 23 minutos. Mas quando, em 1939, Hahn e Strassmann (3) descobriram o fenómeno da cisão nuclear, pensou-se que todos os períodos anteriormente determinados pertenciam a isótopos radioactivos de elementos leves, resultantes da cisão. Não foi, no entanto, possível identificar o elemento de período 23 minutos

com qualquer elemento de número atómico inferior ao do urânio e continuou, portanto, a atribuir-se esta actividade β ao isótopo do urânio de número de massa 239.

Ao estudar os produtos da cisão do urânio, McMillan (4) encontrou uma nova actividade, de 2,3 dias de período, não pertencente a nenhum produto de cisão, e que êle supôs portanto dever pertencer ao elemento descendente do isótopo ${}^{239}_{92}U$, isto é, a um elemento de número atómico 93. McMillan procurou identificar este elemento, mas não o conseguiu, em virtude da quantidade de substância formada ser muito pequena, e também porque, ao contrário do que era de prever, as propriedades do elemento 93 não são idênticas às dos elementos da mesma coluna da tabela periódica de Mendelejeff.

Foi só em 1940, que McMillan e Abelson (5), bombardeando quantidades importantes de urânio com neutrões produzidos no ciclotrão da Universidade de Berkeley, conseguiram obter quantidades identificáveis do elemento ${}^{239}_{92}U$, emissor β de 23 minutos de período, e do seu descendente, o elemento de número atómico 93 e número de massa 239, para o qual eles propuseram o nome «neptúnio» (símbolo *Np*), por analogia com o sistema solar, no qual o planeta Neptuno se segue ao planeta Urano.

Obtido o neptúnio em quantidade susceptível de ser submetido a uma análise microquímica, verificou-se que as suas propriedades químicas eram mais próximas das propriedades do urânio do que das do rénio ou de qualquer outro elemento da mesma coluna da tabela periódica. Esta semelhança com o urânio levou McMillan e Abelson a sugerir a hipótese de que tanto o urânio como o neptúnio pertencessem a uma nova série de elementos, todos com propriedades análogas, e semelhante à série bem conhecida das terras raras.

Estudando as propriedades radioactivas do neptúnio, estes autores verificaram que êle era também um emissor β, de período 2,3 dias, e concluiram portanto que o seu elemento descendente devia ter o número atomico 94. Embora não conseguissem identificar este elemento, propuseram que lhe fosse dado o nome de «plutónio», (símbolo *Pu*), de acordo com a mesma convenção adoptada para a denominação do neptúnio, visto ser o Plutão o planeta que se segue ao Neptuno no sistema solar.

Wahl e Seaborg, em 1942, bombardeando urânio com neutrões muito rápidos, conseguiram um outro tipo de transmutação nuclear, uma transmutação $(n\ ,\ 2n)$, em que, à captura dum neutrão pelo núcleo do urânio, se segue a emissão de dois neutrões, formando-se portanto um outro isótopo do urânio, de número de massa 237:

$$ {}^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{237}_{92}U + 2{}^{1}_{0}n $$

Este isótopo, é também um emissor β, de período 7 dias, que tem portanto, como elemento descendente, um isótopo do neptúnio, de número de massa 237. A descoberta deste isótopo do neptúnio teve muita importância porque, sendo ele muito mais estável do que o isótopo 239, foi possível acumulá-lo em quantidade apreciável, o que permitiu um estudo completo das suas propriedades químicas. O isótopo ${}^{237}_{93}Np$ é um emissor α, de período $2{,}25\times10^{6}$ anos, cujo elemento descendente é um isótopo conhecido do protactínio

$$ {}^{237}_{92}U \xrightarrow{\beta} {}^{237}_{93}Np \xrightarrow{\alpha} {}^{233}_{91}Pa $$

Como já atrás dissémos, a formação de plutónio a partir do isótopo 239 do neptúnio foi prevista por McMillan e Abelson, embora estes investigadores não o tivessem conseguido identificar. Este facto levou Seaborg, McMillan, Wahl e Kennedy (6), ainda em 1940, a tentar um outro tipo de reacção nuclear, na esperança de obter um outro isótopo do plutónio, para o que experimentaram bombardear o urânio com deutões acelerados num ciclotrão. As suas tentativas foram coroadas de êxito, pois o urânio 238, captando um deutão, emite dois neutrões, dando assim origem à formação do isótopo 238 do neptúnio

$$ {}^{238}_{92}U + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{238}_{93}Np + 2{}^{1}_{0}n $$

e este isótopo, desintegrando-se por via β, com o período de 2 dias, origina a formação do isótopo 238 do plutónio, que é emissor α, com um período de 50 anos, tendo portanto como elemento descendente o isótopo 234 do urânio, bem conhecido

$$^{238}_{93}Np \xrightarrow{\beta} {}^{238}_{94}Pu \xrightarrow{\alpha} {}^{234}_{92}U$$

Em 1941, Kennedy, Seaborg, Segré e Wahl (7), trabalhando com quantidades um pouco maiores do isótopo $^{239}_{93}Np$, conseguiram finalmente identificar o seu descendente, o isótopo $^{239}_{94}Pu$, que é também emissor α, de período 24000 anos, tendo como elemento descendente o urânio 235. Este isótopo do plutónio tem uma grande importância por apresentar, tal como o urânio 235, a propriedade de sofrer cisão nuclear, quando bombardeado com neutrões lentos.

Para estudar as propriedades químicas do plutónio, foi necessário recorrer a métodos, até então desconhecidos na química, e que foram denominados métodos ultramicroquímicos, por terem uma sensibilidade que vai até 10^{-8} do grama. Estes métodos, que foram introduzidos por Cunningham e Werner, utilizam um material apropriado (microcones, microburetas, microbalanças, etc.) e as operações são efectuadas no campo dum microscópio. A química dos compostos de plutónio está já estudada, mas, infelizmente, a maioria dos resultados continuam por divulgar. Do pouco que, no entanto, tem sido publicado, conclui-se que a hipótese da existência dum novo grupo de elementos, todos com propriedades análogas, semelhante ao grupo das terras raras, está perfeitamente confirmada. Neste grupo de elementos «ultrararos», que começa com o actínio ou com o tório, conforme se considera o grupo das terras raras, começando com o lantânio ou com o cério, o urânio é homólogo do neodímio, o neptúnio homólogo do elemento 61 (ilínio ?) e o plutónio homólogo do samário.

Esta hipótese foi por outro lado confirmada com a descoberta dos elementos 95 e 96, que são quimicamente análogos aos elementos 63 e 64, respectivamente, európio e gadolínio. Esta analogia fez com que os investigadores que descobriram aqueles elementos, propusessem: o nome «amerício» (símbolo *Am*) para o elemento 95, por ele ter sido descoberto na América e o seu homólogo ter recebido o nome de európio, em homenagem à Europa; e o nome «cúrio» (símbolo *Cm*) para o elemento 96, em homenagem a Pierre e Marie Curie, pela sua contribuição no estudo da radioactividade, por analogia com a designação de gadolínio, dada ao elemento 64, em homenagem a Gadolin, grande investigador das terras raras.

Foi em 1945 que Seaborg, James e Ghiorso, bombardeando uma quantidade apreciável do plutónio 239, com heliões de 40 MeV, obtiveram três isótopos do elemento 96, de números de massa 240, 241 e 242, formados por reacções nucleares dos tipos (α , *n*), (α , 2*n*) e (α , 3*n*). Assim, por exemplo:

$$^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{241}_{96}Cm + 2\,{}^{1}_{0}n.$$

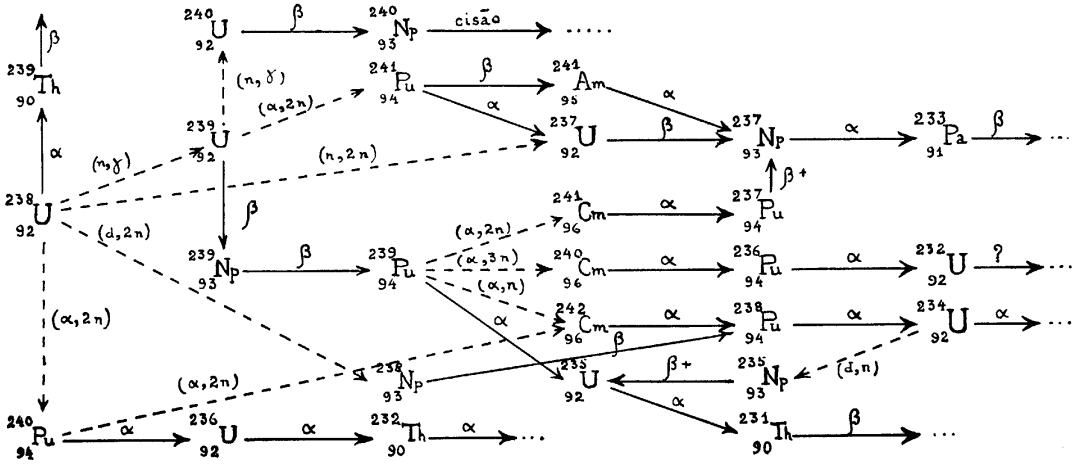
Estes três isótopos são todos emissores α, de períodos respectivamente iguais a 150, 250 e 30 dias, dando portanto, por desintegração, isótopos do plutónio, de números de massa 236, 237 e 238. Um pouco mais tarde, mas ainda em 1945, Seaborg, James e Morgan identificaram um isótopo do elemento 95, com o número de massa 241. Este isótopo, que é emissor α com o período de 500 anos, é o produto da desintegração, por via β, dum isótopo do plutónio, também de número de massa 241, que se obtem por transmutação do urânio 239 com heliões de 40 MeV

$$^{239}_{92}U + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{241}_{94}Pu + 2\,{}^{1}_{0}n$$

$$^{241}_{94}Pu \xrightarrow{\beta} {}^{241}_{95}Am \xrightarrow{\alpha} {}^{237}_{93}Np \rightarrow \cdots$$

O amerício já foi isolado por processos ultramicroquímicos e as suas propriedades completamente estudadas (8). Do cúrio ainda não foi possível obter quantidades que permitissem o seu isolamento, mas a sua manipulação, ainda que em pequenas quantidades, será difícil e perigosa, porque a actividade α deste elemento é muito intensa (1g de *Cm* tem uma actividade equivalente à de 15 kg de *Ra*).

No quadro seguinte estão resumidas todas as reacções nucleares descobertas na região dos elementos transuranianos, indicando-se por uma seta a cheio as transmutações na-



turais e por uma seta a tracejado as transmutações artificiais.

O simples exame deste quadro basta para mostrar o muito que se pode fazer para o progresso da Ciência, quando aos cientistas são dados os meios de trabalho necessários.

Conhecidas as propriedades químicas dos elementos transuranianos, era natural investigar a sua existência nos minérios radioactivos naturais. Neste campo, conhecem-se já alguns trabalhos, nos quais os autores demonstram a existência de plutónio na pechblenda natural, embora apenas sob a forma de vestígios (1 parte de plutónio para 10^{14} partes de minério). A presença do plutónio na natureza pode explicar-se, admitindo a sua formação a partir: do urânio 238, por bombardeamento com neutrões, provenientes da radiação cósmica; de cisões expontâneas; de desintegrações de outros elementos, por neutrões; ou de qualquer outra origem.

BIBLIOGRAFIA

(1) FERMI — *Nature,* **133**, 757 e 898, (1934)
(2) HAHN, MEITNER e STRASSMANN — *Ber. deutsch. chem. Ges.,* **69**, 905, (1936)
(3) HAHN e STRASSMANN — *Naturwiss.,* **27**, 11, 89 e 163, (1939)
(4) MCMILLAN — Phys. *Rev.,* **55**, 510, (1939)
(5) MCMILLAN e ABELSON — *Phys. Rev.,* **57**, 1185, (1940)
(6) SEABORG, MCMILLAN, WAHL e KENNEDY — *Phys. Rev.,* **69**, 366, (1946)
(7) KENNEDY, SEABORG, SEGRÉ e WAHL *Phys. Rev.,* **70**, 555, (1946)
(8) SEABORG — *Nature,* **157**, 307, (1946).

MARIETA DA SILVEIRA
1.° ASSISTENTE DA FAC. DE CIÊNCIAS DE LISBOA

PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS

F. C. L — Curso Geral de Química e Curso de Química F. Q. N. — Julho e Outubro de 1947.

68 — O p_H do butirato de sódio 0,1 N é 8,91. Calcular a constante de dissociação do ácido butírico, a 23° (hidrólise fraca). R: *O valor de* p_h *permite o cálculo de* $[OH^-]$, *que, por sua vez, substituido na expressão* $h = [OH^-]/n$, *dá o grau de hidrólise. As expressões* $K_h = h^2 n$ *e* $K_a = K_W/K_h$, *conduzem finalmente ao valor pedido:* $K_a = 1{,}5 \times 10^{-5}$.

69 — 5 cm³ de uma urina foram diluídos para 100 cm³. Realizada a fermentação de 5 cm³ do soluto diluído, obteve-se amoníaco que correspondeu a 16,8 cm³ de ClH N/100. Calcule a concentração da urina em ureia, exprimindo-a em g/l. Diga como

pode realizar essa fermentação, e que transformação sofre a ureia. R: $2CO(NH_2)_2+OH_2 \longrightarrow CO_3(NH_4)_2 \longrightarrow$ $\longrightarrow CO_2+2NH_3+OH_2$. *Como* $2CO(NH_2)_2 <> 2NH_3$, *estabelecendo a correspondência entre o volume de ácido titulado e a quantidade de ureia, encontra-se* p=40,3 g/l.

70 — Preparação: do metano, a partir de prévia hidratação do acetileno; e da acetanilida, a partir do benzeno. R: *a*) $C_2H_2 \xrightarrow[\text{(sais de Hg)}]{OH_2} CH_3CHO \xrightarrow{\text{oxid}}$ $\longrightarrow CH_3COOH \xrightarrow[\text{(sol.)}]{OHNa} CH_3COONa \xrightarrow{\text{cal sodada}} CH_4$.

b) $C_6H_6 \xrightarrow{NO_3H + SO_4H_2} C_6H_5NO_2 \xrightarrow{\text{red}} C_6H_5NH_2$;

$C_2H_5OH \xrightarrow{\text{oxid}} CH_3COOH \xrightarrow{Cl_5P} CH_3COCl$;
$C_6H_5NH_2 + CH_3COCl \longrightarrow C_6H_5NHCOCH_3 + ClH$.

71 — Esquematize as sínteses de $CH_3CHOHCH_3$ e $C_6H_5OCH_3$, considerando que se dispõe apenas de álcool e de benzeno, e dos reagentes inorgânicos de uso corrente. R: *a*) $C_2H_5OH \xrightarrow{\text{oxid}} CH_3CHO \longrightarrow$ (Ver a 1.ª fase da síntese do glicerol — *Gazeta de Física,* fasc. 4). *b*) $C_6H_6 \xrightarrow[\text{conc.}]{SO_4H_2} C_6H_5SO_3H \longrightarrow$ $\xrightarrow[\text{alcalina}]{\text{fusão}} C_6H_5ONa$; $C+2H_2 \xrightarrow{\text{catálise}} CH_4 \xrightarrow{\text{Iodo}}$ $\longrightarrow CH_3I$; $C_6H_5ONa \xrightarrow{CH_3I} C_6H_5OCH_3$.

72 — Submeteram-se 762 mg de iodeto cuproso à acção de uma mistura de ácido sulfúrico e bióxido de manganês. O iodo libertado foi actuar sobre clorato de potássio em excesso.

Indique o peso de substâncias formadas nesta segunda reacção. R: *Utilizando os esquemas* (ver *Química Inorgânica* — Dr. Forjaz — pág. 50):

$2SO_4H_2 + ICu + O_2Mn \rightarrow SO_4Mn + SO_4Cu + 2OH_2 + I$
e $6I + 5ClO_3K + 3OH_2 \longrightarrow 5ClK + 6IO_3H$,
calcula-se x=248,6 mg *de* ClK *e* y=704 mg *de* IO_3H.

F. C. L. — Análise Química, 1.ª Parte — Julho e Outubro de 1947.

73 — Uma mistura de CO_3CH_4 e N_2 ocupa o volume de 20 cm³. Adiciona-se um excesso de oxigénio, e o volume total, depois da combustão, sofre uma diminuição de 21 cm³. O volume gasoso sofre uma diminuição de 18 cm³ pela adição de um soluto de potassa cáustica. Qual é o volume de cada componente? R: *Considerando os esquemas que traduzem a combustão de* CO *e* CH_4, *e chamando* v, v' *e* v" *respectivamente, aos volumes destes e de azoto, temos o sistema:* $v + v' + v'' = 20$; $v + v' = 10$; $\frac{v}{2} + 2v' = 21$ *que, resolvido, dá* v=10, v'=8, v"=2.

74 — Um soluto de glicose examinado ao polarímetro, deu um desvio de 1,05° (l= 2 dm, [α] = 52,50°). 1) Como se deve diluir, para poder servir à titulação dum licor de Fehling para cuprometria (sabendo-se que o soluto de glicose para este fim costuma ser a 5 g/l)? 2) No doseamento de um outro soluto de glicose, gastaram-se 125 cm³ de licor de Fehling, para 100 cm³ daquele. Qual é a concentração do soluto açucarado? R: 1) A *partir da fórmula de Biot, calcula-se a concentração do 1.º soluto* =1 g/100 cm³. *Devem pois tomar-se* 500 cm³ *e perfazer* 1l. 2) *Como* 1l *de licor de Fehling* <> 5 g *de glicose, a concentração pedida será* 6,25 g/l.

75 — A análise qualitativa revela que uma amostra de CO_3HNa contém certa quantidade de ClNa. 10 g da amostra são dissolvidos em água destilada, completando-se o volume de 1 litro. 100 cm³ deste soluto tratados com SO_4H_2 0,3011 N, exigem 35,06 cm³. Outros 100 cm³, neutralizados com NO_3H, necessitam de 30,11 cm³ de NO_3Ag N/100, para completa precipitação. Calcule a percentagem de cada constituinte da amostra. R: *Estabelecidas as equivalências, calcula-se, para* CO_3HNa *o peso* p=84,45 g % *e para* ClNa p'=17,61 g **%.**

Análise Química — 2.ª Parte — Julho de 1946

76 — 0,1 g dum diósido impuro, que é hidrolisável por um extrato de levedura e que reduz o licor de Fehling, é tratado com excesso de dinitrofenilhidrazina, obtendo-se um precipitado de 0,132 g. *a)* Que quantidade de hidrazina deve empregar; e *b)* a que conclusões qualitativas e quantitativas chega? (Esquemas da reacção). R: a) 0,037 g *de dinitrofenilhidrazina.* b) *Trata-se de maltose com* 35,5 % *de impurezas.*

Resoluções de ALICE MAGALHÃES

Estudantes de Física e de Química!

Contribuí para a melhoria e desenvolvimento da «Gazeta de Física»

procurando-nos novos assinantes.

PONTOS DE EXAMES DO CURSO COMPLEMENTAR DE CIÊNCIAS

Liceu de D. João de Castro — Julho de 1947

23 — Escreva o que sabe sobre a teoria da estrutura dos átomos e por meio dela explique: *a*) a estrutura do átomo do enxofre, lembrando-se que pertence ao grupo 6º e ao 3º período da classificação periódica e que tem o número atómico igual a 16 e o peso atómico igual a 32; *b*) a combinação do magnésio com o cloro; *c*) a presença de quase todos os elementos radioactivos no 7º período.

24 — Resolva o seguinte problema: Meio grama de cânfora no estado gasoso e nas condições normais ocupa o volume de 75 cm^3. A sua composição é a seguinte: C=0,6; H=0,08; O=0,08.

Calcule: *a*) o seu peso molecular aproximado; *b*) a sua fórmula empírica; *c*) o seu peso molecular verdadeiro; e *d*) a sua fórmula molecular. C=12; H=1; O=16. R: *a*) 149; *b*) $C_{10}H_{16}O$; *c*) 152; *d*) $C_{10}H_{16}O$.

Liceu de Pedro Nunes — Julho de 1947.

25 — Desenvolva o seguinte tema: *Pesos Atómicos,* tratando os assuntos seguintes: *a*) Definição de peso atómico e de átomo-grama; volume atómico no estado gasoso. *b*) Princípio dos processos conhecidos para a determinação dos pesos atómicos. Sua correcção. *c*) Atomicidade das moléculas dos elementos. Alguns factos explicados por esta hipótese.

26 — Um ácido orgânico tem a seguinte composição centesimal: 32 % de carbono; 4 % de hidrogénio; 64 % de oxigénio. Numa determinação acidimétrica, verificou-se que 7,5 gramas do referido ácido, foram neutralizados por 80 cm^3 de um soluto de potassa cáustica de factor de normalidade 1,25. Calcule a acididade do ácido, sabendo-se que a sua fórmula molecular corresponde ao dobro da fórmula empírica e que a potassa cáustica é uma monobase. C=12; O=16; H=1; K=39. R: *É* um *diácido de fórmula molecular:* $C_4H_6O_6$.

Liceu de Camões — Julho de 1947

27 — Pretende-se analisar uma amostra de cloreto de amónio e determinar a percentagem de impurezas que, possivelmente, contenha. O peso de sal empregado na análise foi de 11,200 g e o processo seguido consistiu em obter amoníaco a partir daquele cloreto e em recolher todo esse gás libertado em 320 cm^3 dum soluto 0,80 N de ácido oxálico. Terminada a libertação do amoníaco verificou-se que este soluto ainda mantinha propriedades ácidas o que só se conseguiu fazer desaparecer pela adição de 50 cm^3 dum soluto de soda cáustica com o título 4,48% Calcule, a partir dos valores dados, a percentagem de impurezas do sal amoníaco e escreva a fórmula de estrutura de cada uma das substâncias a que se refere o problema.

Massas atómicas: H=1; O=16; C=12; Na=23 R: *Admitindo que o título do soluto de soda cáustica é* 4,48 g *de soda por* 100 cm^3 *de soluto, acha-se que o cloreto de amónio analisado tem* 4,47% *de impurezas.*

28 — Ouviu falar, durante o seu curso, em várias partículas materiais e também em agregados de partículas que formam conjuntos por vezes inseparáveis. São elas, entre outras, o átomo, a molécula dum elemento, a molécula dum composto, o electrão, o protão, o neutrão, o hidrogenião, o helião, a «partícula» alfa e a partícula beta.

Defina cada uma delas e diga, à excepção das três primeiras, quanto vale, aproximadamente, a sua massa e a carga eléctrica que possuem.

(Para exprimir a massa e a carga eléctrica tome para termo de comparação a massa do electrão e a carga eléctrica, em valor absoluto, do mesmo)

Liceu de Passos Manuel — Julho de 1947

29 — Calcule, expresso em gramas por litro, o título duma solução de ácido sulfúrico, sabendo que 30 c.c. desta solução são neutralizados por 18 c.c. duma solução de soda cáustica, obtida dissolvendo 24 gramas de soda pura em 1200 c.c. de água destilada. S=32, O=16, H=1, Na=23 R: 14,7 g/l

30 — Desenvolva o seguinte tema, devendo referir-se na sua exposição, aos assuntos mencionados nas alíneas: *Teoria da dissociação electrolítica: a*) Hipótese de Arrhenius *b*) Electrólise dum soluto de sulfato de potássio (voltâmetro com eléctrodos de platina) *c*) Razão porque um soluto de carbonato neutro de sódio tem reacção alcalina.

Liceu de Gil Vicente — Julho de 1947

31 — Trate a questão: *Números Proporcionais dos Elementos,* referindo-se em especial aos seguintes pontos: *a*) Números proporcionais actualmente preferidos, razão da preferência, e suas vantagens. *b*) Unidades em relação a que se determinam e se definem esses números proporcionais. *c*) Enumeração dos métodos físicos para a sua determinação e dos princípios em que esses métodos se fundam.

32 — A combustão de 1 grama de uma substância orgânica constituida por carbono, oxigénio e hidrogénio fornece 2,400 gramas de anidrido carbónico e 0,4915 de vapor de água. Uma solução de 12 gramas dessa substância em 500 gramas de água congela a −0,415° C. K=1850. Qual é a fórmula molecular da substância? H=1; O=16; C=12. R: $C_6H_4(OH)_2$.

Resoluções de MARIETA DA SILVEIRA

11. A FÍSICA NAS SUAS APLICAÇÕES

A FÍSICA EM BIOLOGIA

Além da enorme contribuição prestada pela Física às Ciências biológicas por intermédio dos instrumentos de trabalho que aquela lhes tem fornecido, facto já aqui posto em devido relevo pelo Prof. F. Rezende, a Ciência física tem-se revelado utilíssima e imprescindível na interpretação dos próprios fenómenos da Vida.

Realmente, por mais que alguns espíritos afirmem haver na essência da Vida qualquer coisa que não é tradutível em termos da linguagem físico-química, o certo é que quanto mais o biologista perscruta os seres vivos, tanto mais numerosos são os problemas físicos e químicos que se lhe deparam, e quanto maior tem sido o progresso da Física e da Química, tanto mais inteligíveis se teem tornado muitos fenómenos biológicos.

Assim, por exemplo, foi a hipótese de Arrhénius que permitiu a compreensão dos fenómenos básicos do metabolismo e dos equilíbrios celulares.

Também o estudo dos equilíbrios osmóticos é altamente importante na biologia das trocas através das membranas das células. Neste caso, como as referidas membranas não são apenas semi-permeáveis, mas gosam também dum certo poder de selecção das substâncias que as hão-de atravessar, impõe-se, para a compreensão dessa permeabilidade selectiva, o estudo dos fenómenos de polarisação e de cataforese nas interfaces.

Este problema da permeabilidade celular tem sido ainda estudado por meio da variação experimental, variação que se obtem por acções térmicas e luminosas, radiações, *emanações* do rádio e pelos raios X. Parece que estes agentes físicos actuam sobre a permeabilidade apenas por intermédio de alterações da viscosidade citoplásmica. Mas, além deles, também as radiações ultravioletas teem acção sobre a dita viscosidade (Ruppert).

Este último facto é muito importante porque é, talvez, pelo seu pormenorizado estudo que se poderá compreender o processo de actuação de diversas radiações sobre o mecanismo morfogenético dos seres vivos.

Os raios X, por exemplo, provocam, em animais e plantas, alterações morfológicas hereditárias porque, dado o seu grande poder de penetração, atingem as próprias células germinais. Os raios ultra-violetas, actuando sobre todo o ovo de *Drosophila,* provocam defeitos imaginais, não hereditários, dos segmentos abdominais, do tórax, das asas e das patas (Geigy). Os mesmos raios, actuando localmente sobre o referido ovo, inibem a diferenciação celular ou matam as células já formadas na superfície da região atingida (Geigy, Aboim). Neste último caso, acontece, na irradiação específica das iniciais sexuais, que, se as radiações forem em dose muito fraca, as células já formadas não são destruidas, mas apenas lesadas de tal forma no seu estado físico-químico que são forçadas a emigrarem em conjunto para uma só gónada (Aboim). Também o bombardeamento de ovos de Dípteros, com neutrões, parece produzir modificações do centro organizador que se exprimem, no imago, pela duplicação de diversos orgãos tais como antenas, patas, asas, balanceiros e segmentos abdominais (Enzmann e Haskins). Sabe-se que há, em cada célula, uma zona sensível, não discernível pelos métodos citológicos, na qual deve actuar um certo número de partículas de qualquer radiação, fotões e neutrões, para se produzir uma alteração do protoplasma. E assim, por estes poucos exemplos, se vê como é indispensável conhecer todo o processo de acção das diversas radiações, para se começar a compreender o seu verdadeiro efeito morfogenético, sem dúvida mais complexo que o seu efeito aparente, e, por consequência, para se tornar inteligível o próprio mecanismo da morfogénese.

Visto que músculos e nervos são autênticos geradores eléctricos, compreender-se-à que os estudos de electricidade tenham um grande valor para o conhecimento da fisiologia do sistema neuro-muscular. Foi por esta forma que Lapicque poude estabelecer, por exemplo, as noções de reobase e de cronaxia dum músculo e dum nervo, características que aliás, só podem ser determinadas com o auxílio do reótomo balístico de Weiss por ser o único interruptor que permite obter excitações inferiores à décima-milésima parte do segundo.

Mas, de toda a Física, o capítulo a que a Biologia anda sempre, fundamentalmente, ligada, é o da energética. Como todo o acto vital é acompanhado duma transformação de energia, aquele ramo da Física, no estudo da Vida, elevou-se à altura duma grande ciência, a Bioenergética, um dos maiores progressos da Biologia contemporânea. E, visto que a transformação de energia nos seres vivos é sempre acompanhada de uma libertação de calor — a menor célula é fonte de calor — , é à termodinâmica e à termoquímica que o bioenergeticista tem de recorrer constantemente para compreender os fenómenos básicos da Vida.

No domínio da termodinâmica dos organismos, verificou-se, mesmo, ùltimamente, a existência dum problema bastante curioso: a obediência ou não obediência do motor vivo ao segundo princípio daquele capítulo da Física. Quanto ao primeiro princípio, ou princípio da conservação da energia, não há dúvida nenhuma de que ele se verifica plenamente em todo o ser vivo, quer este esteja em repouso ou em movimento, quer esteja em equilíbrio de peso ou em via de crescimento; esta concordância foi claramente estabelecida por Berthelot, em 1879, nos seus dois teoremas que são os fundamentos da Bioenergética. Mas, quando se tem em vista o segundo princípio, ou princípio de Carnot, enormes dificuldades surgem para o reconhecer na produção de trabalho de um ser vivo. Como se sabe, segundo o referido princípio para que uma máquina térmica produza trabalho é necessário que esta funcione entre duas temperaturas diferentes. Ora, sendo assim, e para que a máquina viva trabalhasse com um rendimento de, pelo menos, 25 %, seria preciso que, estando a sua fonte fria à temperatura de 37° C, a sua fonte quente estivesse à temperatura de 140° C., o que é, evidentemente, absurdo. Os seres vivos não obedecem, portanto, aparentemente, ao segundo princípio da termodinâmica, princípio universal no mundo inanimado. Mas, será de facto o motor vivo uma máquina térmica? Já se diz que não, porque, segundo parece, a energia química, que os seres vivos recebem dos alimentos, não se transforma em trabalho por intermédio do calor. Não haverá assim, por conseguinte, contradição entre a bioenergética e o princípio de Carnot: não haverá, portanto, oposição entre os fenómenos da Vida e os fenómenos da matéria. Só será necessário esclarecer completamente o mecanismo das transformações de energia nos organismos. O que é certo, porém, é que na máquina viva, como nas máquinas térmicas, há, em toda a actividade biológica, uma libertação de calor; isto significa que, nos seres vivos, como nas máquinas térmicas, nem toda a energia recebida é transformada em trabalho; nos seres vivos também se dá uma degradação espontânea, perpétua e irreversível da energia, de acordo com o princípio de Carnot-Clausius.

Eu não desejo, porém, discutir aqui este problema que tem tanto de apaixonante como de transcendente. Tenho apenas a intenção de, por meio de um exemplo que encerra um fenómeno biológico fundamental, mostrar ao leitor de quanta importância se reveste todo o estudo de Física que tiver, como material de trabalho, um ser vivo. Neste, como disse Lefèvre, «realiza-se toda uma mecânica atómica donde resulta uma imensidade de estados de equilíbrio, de movimentos, de transformações energéticas, de mudanças físicas e químicas da matéria».

Estas palavras do ilustre biologista francez delimitam um extensíssimo campo de pesquisas bio-físicas interessantíssimas dos pontos de vista filosófico e prático. Este campo, pleno

de motivos valiosos de trabalho laboratorial, está ainda por explorar entre nós. E não admira que assim seja; os biologistas portugueses não teem preparação física, nem os físicos teem preparação biológica. Mas se este facto tem sido a causa determinante da ausência de estudos bio-físicos em Portugal, pode muito bem deixar de sê-lo quando biologistas e físicos estiverem dispostos a trabalhar conjuntamente. O Prof. Rezende já alvitrou aqui a formação de equipas em que todos colaborassem na resolucão do mesmo problema bio-físico. Esta ideia só pode ser vivamente aplaudida, e decididamente realizada, pois duma tal colaboração só resultará a aquisição de conhecimentos úteis para o progresso, simultâneamente, da Biologia e da Física. Numa conversa que, em 1944, tive com um dos directores desta «Gazeta», procurei, precisamente, convencê-lo da necessidade urgente da colaboração entre físicos e biologistas. Nessa ocasião, propuz a formação, em Lisboa, de um seminário onde os físicos, por um lado, expuzessem, numa linguagem tão acessível quanto a exactidão científica o permitisse, os problemas de sua preocupação que revelassem, de perto ou de longe, qualquer interesse biológico; por sua vez no seminário, os biologistas apresentariam, na mesma linguagem inteligível, os seus problemas para a resolução dos quais fosse necessária a intervenção da Física. Estas conversas e demonstrações regulares e organizadas teriam, por resultado, o conhecimento dos problemas mútuos, o adextramento de físicos e de biologistas na ciência recíproca, e a convicção, duns e doutros, da necessidade em se conhecer a maneira como os problemas poderão ser interpretados à luz das outras ciências da Natureza. Um seminário desta espécie continua a parecer-me bastante útil, não só como ponto de partida para a constituição das equipas aconselhadas pelo Prof. Rezende, mas também como uma primeira etapa para a realização de um antigo projecto do Prof. Celestino da Costa visando a instituição duma Sociedade, sem nada de comum com uma Academia, onde cada investigador das Ciências puras exploradas em Portugal, fosse aprender o que, de essencial, num outro domínio da Ciência pudesse interessar-lhe.

Mas, qualquer que seja o destino seguido por todos estes alvitres isolados que só significam que, por exemplo no caso presente, se não pode ser biologista em toda a extensão do termo sem se estar ao corrente de uma boa parte das teorias físicas modernas, parece-me indispensável, pelo menos, que comece a tomar corpo a ideia duma sub-divisão, nalguma das nossas Universidades, da actual licenciatura em Ciências Biológicas em diversas modalidades das quais uma seria a licenciatura em Bio-física.

BIBLIOGRAFIA

Aboim, A. N., 1945. Rev. Suisse de Zool., 52.
Enzmann, E. V. e Haskins, C. P., 1935/36. Proc. Nat. Acad. Sc., 21/22.
Haskins, C. P., 1937. Arch. f. exp. Zell., 19.
Haskins, C. P., 1939. Amer. Natural., 73.
Geigy, R., 1931. Arch. f. Entw. Mech., 125.
Geigy, R., 1931. Rev. Suisse de Zool., 38.
Lefèvre, J., 1938. Manuel critique de Biologie.
Rezende, F., 1947. Gazeta de Física, 1.
Ruppert, W. 1924. Zeitsch. f. wiss. Zool., 123.
Vendryès, P., 1942. Vie et Probabilité.

A. NUNES ABOIM
(DO CENTRO DE ZOOLOGIA
DA JUNTA DE INVESTIGAÇÕES COLONIAIS)

Brevemente a «Gazeta de Física» espera apresentar artigos de notáveis físicos brasileiros que vêm aumentar a colaboração estrangeira.

12. INFORMAÇÕES VARIAS

NOTICIÁRIO

E. Appleton — Prémio Nobel de Física de 1948

Professor catedrático de Física em Londres e depois em Cambridge foi encarregado, durante a guerra, de importantes funções no Departamento de Investigação Científica e Industrial da Grã-Bretanha.

Os seus principais trabalhos de Física relacionam-se com a técnica das comunicações radiotelegráficas cuja perfeição actual se deve, em grande parte, às descobertas de Appleton.

Sir E. Appleton nasceu em Inglaterra, em 1888, e é presidente da União Internacional de Radiotelegrafia Científica. A. G.

Prof. Dr. J. Leite Lopes

O Prof. Leite Lopes que acaba de fazer brilhantemente concurso para professor de Física Teórica da Faculdade Nacional de Filosofia do Rio de Janeiro, depois de se ter doutorado em Filosofia na reputada Universidade americana de Princeton, deu-nos a honra de aceder gentilmente ao nosso pedido para ingressar no corpo redactorial da Gazeta de Física.

O Prof. Leite Lopes, que tem publicado importantes trabalhos originais relativos, nomeadamente, à teoria das fôrças nucleares, possui também notáveis qualidades didácticas de exposição como o revela o seu curso de Introdução à Física Atómica, baseado essencialmente em conferências proferidas na Escola Técnica do Exército do Rio de Janeiro.

Esperamos poder publicar brevemente artigos da sua autoria escritos propositadamente para a Gazeta de Física. A. G.

Concurso para professor da Faculdade de Ciências de Coimbra

No passado dia 13 de Março realizou-se, na Sala dos Actos Grandes da Universidade de Coimbra, a última prova do concurso do sr. dr. João Rodrigues de Almeida Santos para professor extraordinário de Física da Faculdade de Ciências daquela Universidade. A prova constou da defesa da dissertação intitulada «Estudo pelo Raio X do fosfotungstato de prata», tendo argumentado o sr. prof. dr. Rui Couceiro da Costa. L. S.

As mulheres não têm culpa

Todos já devem ter reparado que, dum modo geral, as mulheres cansam-se muito menos a falar do que os homens. A Física fornece uma explicação simples para este facto e mostra ao mesmo tempo que não se deve esperar que essa «faculdade» feminina desapareça. De facto a energia dispendida a falar é proporcional ao volume de ar expelido para produzir os sons, e, em seu turno, este volume é tanto menor quanto mais agudo é o som emitido. Ora como as vozes dos homens são em geral mais graves do que as das mulheres estas dispendem muito menos energia ao falar e é mesmo possível, considerando valores médios, concluir que as mulheres gastam a falar 4 vezes menos energia do que os homens. Por isso cansam-se muito menos que os homens... Essa energia é aliás sempre muito pequena. De facto, segundo um técnico citado por Hémardinguer (La pratique acoustique et electro-acoustique). 500 pessoas falando sem parar de dia e de noite durante dois meses não produziriam energia bastante para ferver uma chávena de chá! A. G.

Colaboradores brasileiros

Coincidindo com o início da sua expansão no Brasil, a *Gazeta de Física* teve a preocupação de procurar assegurar-se de colaboradores brasileiros, dignos de acompanhar os nomes ilustres dos físicos estrangeiros que têm honrado a nossa revista com os seus originais.

Além do Prof. Leite Lopes a que nos referimos noutro local, esperamos também contar brevemente entre os nossos colaboradores brasileiros, o Prof. G. Wataghin, actualmente em Paris, assim como o Dr. Lattes, presentemente em Berkeley, e que já nos fez beneficiar dum privilégio excepcional enviando-nos a comunicação original a que nos referimos neste número. A. G.

«Summa Brasiliensis Physicae»

Precisamente com a tese do Prof. Leite Lopes, começou em Maio de 1947 a nova revista Summa Brasiliensis Physicae que «tem por objectivo o desenvolvimento, a sistematização e a divulgação dos conhecimentos de física no Brasil, e, outrossim, fomentar a colaboração internacional neste domínio».

Com tais objectivos muito se aproxima da nossa, «Portugaliae Physica», fazendo nós os mais sinceros votos porque a nova revista brasileira nunca venha a conhecer o mal-intencionado desinteresse com que tanto se tem procurado prejudicar a sua congénere portuguesa. A. G.

COMUNICAÇÕES

A «Um estudante de Física»

A falta de espaço impede-nos de responder à sua última carta e às objecções que apresenta. Há confusão sua no que respeita à aproximação dos resultados; agora apenas podemos dizer que não interessa

o nùmero de casas décimais empregadas, o que importa é o erro relativo.

Se não quizer procurar-nos, aconselhamos a que consulte a parte de cálculo de erros e de valores aproximados em «Aritmética Racional», de Albuquerque, ou em «Leçons d'Arithmétique», de Jules Tannery.

Num próximo número o satisfaremos. X. B.

Boletim bibliográfico

Novas revistas que trocam com a «Gazeta de Física»

Atomes, 169, Rue de Rennes, Paris (6e). N.os recebidos directamente: 19 e 20 (Outubro, Novembro 1947). — *Revue Technique Philips,* R. Joaquim António de Aguiar, 66, Lisboa. N.os recebidos: 1 a 12, vol. 8 (1946), 1 a 4, vol. 9 (1947) — *Philips Research Reports,* R. Joaquim António de Aguiar, 66, Lisboa. N.os recebidos: 1 a 6, vol. 1 (1946). — *Bulletin de la classe des Sciences,* Koninklijke Vlaamsche Academie voor Wetenschappen. Palais der Academiën Regenthaan, Bruxelles. N.os recebidos: 5. Ano VIII (1946), 6. Ano VIII (1946). — *Máquinas e Metais,* Praça do Município 20, 3.º. Lisboa. N.os recebidos: os de Agosto, Setembro, Outubro e Novembro de 1947 — *Toute la Radio,* 42, Rue Jacob. Paris (6eme). N.os recebidos: 122, 123 e 124 (Janeiro, Fevereiro e Março de 1948) — *Radio constructeur et de panneur,* 42, Rue Jacob, Paris (6ème). N.os recebidos: 35 e 36 (Fevereiro e Março de 1948). — *Revista de Formación y Documentación Profesional,* (F. Y. D.), Plaza de Santa Bárbara, 10. Madrid. N.º recebido: 14. Ano VI (1947).

Publicações de trabalhos feitos no *Institut de Physique* enviados pelo Prof. G. Foëx, Directeur de *l'Institut de Physique,* Faculté des Sciences, 3, Rue de l'Université. Strasbourg (France). Três separatas de *Le Journal de Physique et le Radium* com o título *Sur la variation thermique du cycle d'hystérèse de quelques ferromagnétiques* par Robert Forreret Raymond Baffie (1944). Separatas de *Cahiers de Physique: Le ferromagnétisme de quelques sels aux basses températures s'agit-t-il d'une forme nouvelle de l'aimantation?* par Gabriel Foëx, Professeur a la Faculté des Sciences de Strasbourg, (1943) — *Le paramagnétisme de quelques sels du manganèse dans différents états de valence* par Albert Birckel (1944) — Separata de *Annales de Physique: — L'Oeuvre scientifique de Pierre Weiss* par G. Foëx, (1945). — *Thèses présentées a la Faculté des sciences de l'Université de Strasbourg pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences Physiques par M. L. Weil (ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure. — Agregé de l'Université),* (1941).

Números recebidos das revistas que já trocavam com a «Gazeta de Física»

Civil Engineering, n.os 495 a 501 (1947, 1948). — The *Advancement of Science,* n.os 15 e 16, vol. IV (1947-48). — *Monthl'y Science News,* n.os 1 e 2 (1947). — *Journal of Mathematics and Physics,* n.os 2 e 3, vol. XXVI (1947). — *The General Radio Experimenter,* n.os. 4 a 8, vol. XXII (1947-48). — *Ericsson Review,* n.os 2, 3 e 4 (1947). — *Bulletin Oerlikon,* n.os 264 (1946), 265 a 267 (1947). — Suiça *Técnica,* n.os 2 e 3 (1947) — *Technisch Wetenschappehijk Tijdschrift,* n.os 9 a 12 (1947), e 1 (1948). — *L'Athénée,* n.os 4 e 5 (1947) e 1 (1948) — *Revue Générale des Sciences pures et appliquées,* n.os 3 a 10, T. LIV (nouvelle sèrie 1947) — *Société Royale Belge des Ingenieurs et des Industriels,* n.os 1 a 4, série B (1947). — *Bulletin Technique de l'Union des Ingenieurs sortis des Ecoles spéciales de Louvain,* n.os 2 a 4 (1947). — Revue *d'Optique,* n.os 10 a 12 (1947) e 1 a 3 (1948) — *Science et Vie,* n.os 361 a 363 (1947) e 364 a 366 (1948) — *Revue pratique du froid,* n.os 9-10, 11 e 12 (1947) e 1 (Dezembro de 1947), 2, 3 e 4 (1948) — *Revista do Clube de Engenharia,* n.os 125 a 130, vol. XVI e 131, vol. XVII — *Gazeta de Matemática,* n.os 33 e 34 (1947). — *Agros,* n.os 4, 5 e 6 (1946) — *Técnica,* n.os 177 e 178 (1947), 179 e 180 (1948). — *Boletim do Instituto dos Actuários Portugueses,* n.º 2, ano II (1947). — *Revista da Ordem dos Engenheiros,* n.os 45 a 48 (1947), 49 e 50 (1948). — *Euclides,* n.os 74 a 82 (1947) e 83 (1948).

Outras publicações recebidas

Revue des Roulements à Billes, n.os 2 e 3 (1946) — *Investigacion y Progreso,* recebemos todos os números desde o 2.º ano (1928) da sua publicação ao 16.º ano (1945). Por intermédio do Exmo Sr. D. António de Zulueta (Madrid) — *Hommes et Techniques,* n.º 33 (Outubro 1947). — *La Nature,* n.º 3147 (Novembro de 1947) — *Reconstruction,* (Setembro de 1947) — *Les nouvelles littéraires, artistiques et scientifiques,* n.º 1053 (Quinta-feira 6 de Novembro de 1947).

As quatro últimas publicações foram recebidas por intermédio da Legação da França em Lisboa.

Livros

Recebidos por intermédio do Instituto Britânico em Portugal:

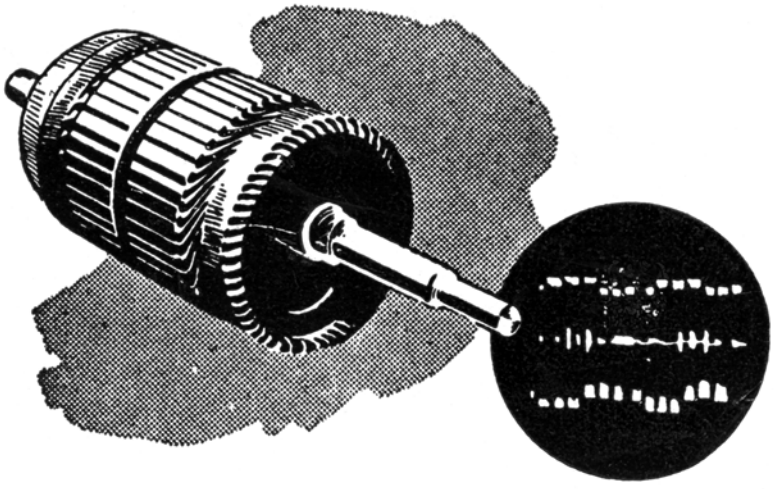
Sound, A Physical Text-book por E. G. Richardson — *Oliver Heaviside,* por Sir George Lec — Sir *Alfred Ewing,* pelo Prof. L. F. Bates — *British Books to come,* n.os 35 e 36 (1947).

Aos assinantes

Pede-se a todos os assinantes que mudem de morada, o favor de comunicarem à «Gazeta de Física» a sua nova morada para garantir um bom funcionamento dos serviços de expedição.

Indicamos a seguir os nomes de assinantes, cuja direcção actual é desconhecida, o obséquio de nos enviarem a referida direcção: Fernando Pencão Gomes Pinto; José Gonçalves Frade Barão; Ruben Cunha; José Fialho; Vasco Queiróz. L. S.

nova TÉCNICA DE MEDIDAS



Método rápido, simples e preciso de ensaiar os enrolamentos das máquinas eléctricas empregando o Oscilógrafo de Raios Electrónicos Philips. Detalhes a pedido.

PHILIPS

APARELHOS DE MEDIDA

Dêem o vosso apoio à investigação científica

MICROSCÓPIO ELECTRÓNICO

UMA REALIZAÇÃO

RCA

O instrumento mais eficiente para estudos de bacteriologia, estruturas de ligas metálicas, de fibras texteis, etc.

AGÊNCIA GERAL R. C. A.

LARGO DA BOA HORA, 5 a 11 — LISBOA