



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

contec@mail.ita.mx

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
México

Medina Valtierra, Jorge
Dimensiones y curiosidades de los átomos
Conciencia Tecnológica, núm. 19, abril, 2002, p. 0
Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Aguascalientes, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94401903>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DIMENSIONES Y CURIOSIDADES DE LOS ATOMOS

1. Dimensiones del radio atómico y del radio iónico

Dr. Jorge Medina Valtierra

Centro de Investigaciones en Optica A.C.,
Unidad Aguascalientes (comisionado).
Prol. Constitución No. 607, Fracc. Reserva
Loma Bonita, Aguascalientes, 20200, Ags.
Teléfono: (4) 9760944, fax: (4) 9760946, e-
mail: jmedinav@foton.cio.mx.

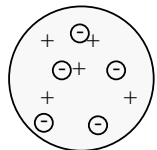
RESUMEN

Se presenta una descripción de algunas características de los átomos y de sus dimensiones. El objetivo es complementar los conocimientos de los estudiantes en el área de química general. La definición de conceptos atómicos y sub-atómicos se hace utilizando ciertas analogías sencillas lo que hace de este escrito un texto ameno y de fácil acceso para todos los lectores.

Palabras Clave: El átomo, partículas fundamentales, radio atómico, radio iónico.

Según la concepción que tenían los griegos acerca de la materia durante su época de oro, 4 siglos antes de la era cristiana, sabían que ésta se componía de elementos pequeños e indivisibles que les llamaron "átomos". Lo más asombroso de esta teoría es que todavía en el siglo XIX, los hombres de ciencia aceptaban al átomo como una entidad sin división e indestructible.

J.J. Thomson, a fines del siglo XIX descubrió que los átomos no eran esferas rígidas sino que se componían de partículas más pequeñas y observó mediante experimentos con electricidad que esas partículas con carga negativa, que las llamó electrones (e^-), estaban insertas en una esfera de carga positiva conformando un átomo neutro



debido al balance de cargas.

Figura 1. El átomo propuesto por J.J. Thomson

¡Así, la idea de átomos compactos e indivisibles se mantuvo vigente por 23 siglos, estableciendo todo un récord en la historia de la ciencia!.

E. Goldstein en 1886, observó en los rayos catódicos la emisión de partículas positivas y en dirección contraria al flujo de carga negativa en el tubo catódico. El flujo positivo eran protones (p) con carga igual a la del electrón pero de signo contrario, mediciones logradas de una manera similar con el electrón.

Otra partícula fundamental, el neutrón (n), pasó desapercibida para los científicos hasta que se dieron cuenta que el peso de protones y electrones no coincidía con el peso del átomo y sospecharon de la existencia de partículas que no eran fácilmente identificables ya que carecían de carga; a decir verdad, son partículas neutras y con una masa muy semejante a la del protón. Así, J. Chadwick en 1932 identificó los neutrones mediante análisis espectrográfico.

Para definir la masa de partículas atómicas se toma como referencia la masa del isótopo más abundante del elemento carbono (C) e igual a 12 unidades de masa atómica (uma), la masa de un átomo de hidrógeno (H), corresponde a 1/12 de la masa del átomo del carbono 12. Chadwick identificó a los neutrones como partículas sin carga y masa de 1.0087 uma , valor muy similar a la masa del protón; 1.0073 uma , cuya masa es 1837 veces mayor que la masa del electrón que es 0.00055 uma . En términos ordinarios, el peso del protón, es de 0.0000000000000000000000000000167 gramos, o bien 1.67×10^{-24} gr.

Los electrones, los protones y los neutrones son las tres partículas fundamentales que componen el átomo, el cual asemeja un sistema solar en miniatura, donde los electrones (pequeños planetas) giran a altas velocidades alrededor de un núcleo (diminuto sol) compuesto por un enjambre compacto de partículas neutras y partículas positivas; neutrones y protones.

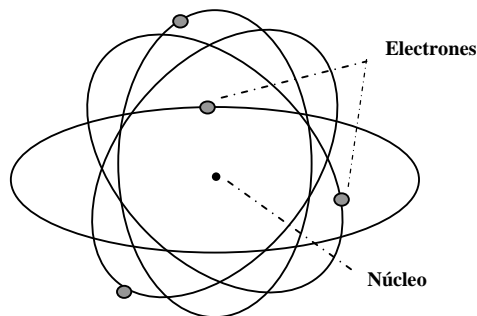


Figura 2. El modelo atómico de Rutherford-Bohr

Sin embargo con la comparación de masa realizada entre las partículas componentes del átomo, el diminuto sistema solar se puede concebir como algo impreciso o inclusive anormal. No es fácil imaginarse el átomo de nitrógeno (N) con 7 protones y 7 neutrones en su núcleo, el cual tiene una masa de un poco más de 14 *uma*, alrededor del cual giran 7 electrones cada uno de ellos con una masa de apenas 0.00055 *uma* o bien una masa electrónica de 0.00385 *uma*. La diferencia de masa entre el núcleo y un electrón, ¡ es inimaginable !.

Para complicar todavía más la maqueta del sistema solar que representa al átomo, aquí están otros datos adicionales concernientes a sus partículas fundamentales [1]. El diámetro de un protón es de 1.2×10^{-13} centímetros (cm) o bien de 0.000012 Å, usando el *Angstrom* como la unidad más común para definir las dimensiones de los átomos y que equivale a 1×10^{-8} cm; es decir, es la cienmillonésima parte de un centímetro. Por otro lado, el diámetro de un electrón es de 2.8×10^{-13} cm, ¡Más de dos veces el diámetro del protón!.

Así, si consideramos el átomo de oro que tiene 79 electrones alrededor de su núcleo, compuesto este por 79 protones y 118 neutrones en un acomodo compacto, el radio del núcleo tiene dimensiones de 10^{-13} cm, mientras que el diámetro del átomo, básicamente el diámetro de la esfera donde se mueven los electrones, es de dimensiones de 10^{-8} cm, ¡Una diferencia en sus diámetros de 100,000 veces!. Imagine colocar en el centro del sol, cuyo radio (línea recta imaginaria que va del centro de la esfera hasta un punto en la periferia), es de aproximadamente 695,000 Km, un meteorito redondo con un diámetro de 14 Km, ¡Una cosa de nada en el centro del inmenso globo solar!.

Sin embargo para el entendimiento del lector común así como para la mayoría de los estudiantes universitarios, tratar con escalas submicrométricas como con escalas astronómicas resulta muy difícil imaginarlas. Para tratar de contrarrestar esta limitación, usaremos una analogía usando un ejemplo de la vida cotidiana con el fin de ilustrar de nueva cuenta un átomo cualquiera y mantener intactos los ordenes de magnitud entre las dimensiones de las partículas que lo forman. Imaginemos que el contorno de un átomo análogamente corresponde al diámetro de un balón de basquet-bol (la pelota más grande para un deporte aceptado en las olimpiadas), cuyo radio oficialmente es de 12.7 cm. El núcleo del átomo podría ser una minúscula partícula de polvo flotando en el centro y que tendría un diámetro de sólo 2.54×10^{-4} cm, cuatro partículas de este tamaño juntas apenas si miden la centésima parte de un mm. Aún con este ejemplo, es difícil discutir sobre

estas escalas pero si la analogía fue entendida, entonces se ha cumplido con el objetivo y se tendrá una apreciación más correcta y real de lo que es un átomo. Consideremos que los fenómenos a analizar aquí, en gran medida tienen que ver con los átomos y de aquí resulta la gran importancia de conocer la estructura del átomo, sus dimensiones y los cambios que llegan a sufrir.

De la manera como ha sido usado en párrafos anteriores, las analogías entre situaciones no observables y aquellas que nos son familiares son muy usadas en la enseñanza de la química y de la física. Así que seguiremos usándolas como una herramienta adecuada para la comprensión de conceptos abstractos que comúnmente son difíciles de asimilar.

Otra propiedad periódica en los elementos químicos es el tamaño de los diferentes átomos, que es evaluado normalmente por su *radio atómico* (la mitad del diámetro de una esfera). Aún en los cursos universitarios la diferencia de tamaños se hace comparando círculos, en donde el radio (r) en cada círculo, es proporcional al radio del átomo que representa. De esta manera resulta difícil visualizar una diferencia real entre el tamaño de los átomos ya que los átomos no son planos sino que son esféricos [2].

Por ejemplo, la diferencia de tamaño entre dos átomos en donde en uno de ellos el radio es el doble con respecto al otro. Se puede pensar que uno de ellos es dos veces más grande que el otro, cuando en realidad considerando el volumen de sus esferas ficticias, ¡el átomo más grande tiene un volumen *ocho veces* mayor que el otro átomo!.

Una analogía para comparar el tamaño de átomos de diferentes elementos fue hecha por Gabriel Pinto de la Universidad Politécnica de Madrid, quién usó pelotas esféricas de deportes oficiales y asignó cada pelota a un átomo en particular [3]. Para lograr esto, se considera el radio oficial de las pelotas y los radios tabulados de los átomos correspondientes. La pelota más pequeña, la de ping-pong se asigna al átomo más ligero; el hidrógeno (H). Así que tomando esta referencia se encontró la correspondencia entre las otras pelotas y los átomos de flúor (F), calcio (Ca), estroncio (Sr), potasio (K) y cesio (Cs).

Sólo para la pelota de tenis no se encontró un átomo que le correspondiera (figura 3), pero es factible que el tamaño de esta última pelota corresponda al ión de uno o dos átomos diferentes.

En la tabla 1 se dan los radios de las pelotas oficiales y los átomos que presentan un tamaño relativo. Se da la desviación (D) que resulta de la proporcionalidad aceptándose un valor del 5%.

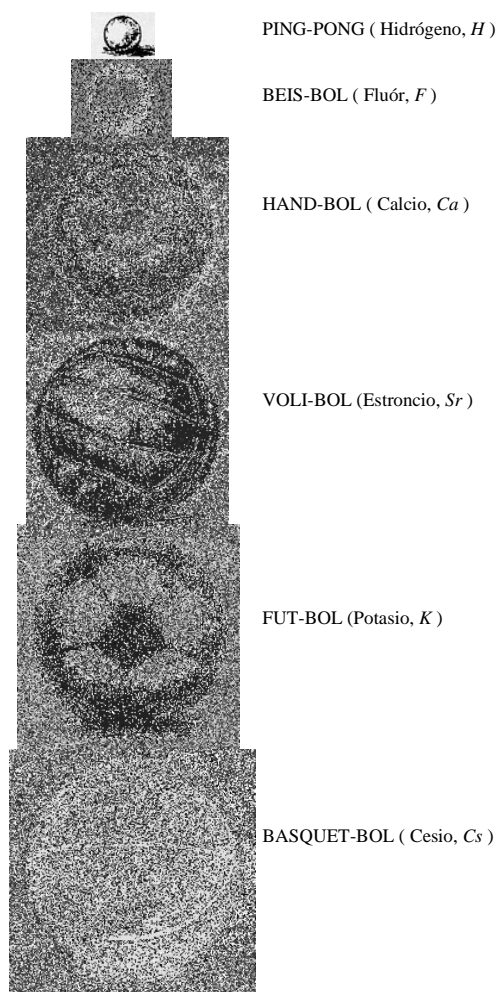


Figura 3. Tamaños comparativos de elementos

Tabla 1. Comparación de pelotas oficiales con átomos

Pelota oficial	Radio oficial	Atomo	Radio atómico	% D
Ping-pong	2.0 cm	H	0.37 Å	0
Tenis	3.0 cm	---	-----	----
Beisbol	3.7 cm	F	0.72 Å	4.90
Handball	9.4 cm	Ca	1.74 Å	0.06
Volibol	10.5 cm	Sr	1.91 Å	1.67
Futbol Soccer	11.0 cm	K	2.03 Å	0.23
Basquet-bol	12.7 cm	Ce	2.35 Å	0.02

El tamaño atómico cambia con la ionización por la ganancia o pérdida de electrones y estos se acomodan o se pierden en las órbitas más externas.

El tamaño de las pelotas oficiales se puede usar para comparar los radios de algunos átomos una

vez que sobrellevan una ionización. Con respecto a los iones de los átomos, el tamaño de la pelota de tenis ahora si tiene una correspondencia con el ión tri-positivo del átomo de aluminio (Al^{3+}) cuyo radio es de 0.5 Å. De la misma manera, el tamaño de las demás pelotas oficiales es relativo a las dimensiones de otros tantos iones atómicos.

El átomo de cesio cuando pierde un electrón (de la última capa electrónica), se transforma en un ion monopositivo (carencia de un electrón) y su tamaño disminuye de 0.235 a 0.169 Å. Como desinflar un balón de basquetbol hasta adquirir el tamaño de una pelota de hand-bol.

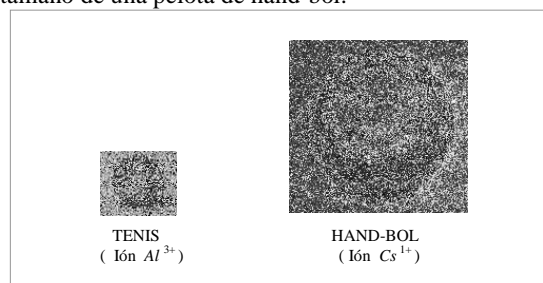


Figura 4. Comparación de tamaños entre dos iones

Elementos no metálicos con menos electrones que el cesio pero con su capa externa casi completa puedan ganar uno o más electrones, provocando que el átomo más grande registrado hasta hoy, no llegue a ser el ión de mayores dimensiones sino que otros iones de elementos tengan mayores dimensiones. Este es el caso del elemento llamado arsénico (*As*) con 33 electrones, que su ión trinegativo presenta dimensiones de 2.22 Å en comparación del ión Cs^{1+} [4].

Sin embargo uno de los ejemplos más sorprendentes es la formación del ión mononegativo del hidrógeno, que con un electrón de más en su única capa electrónica aumenta su radio de 0.37 a 2.08 Å. Comparativamente, es como saltar de una pelota de ping-pong a una pelota de futbol soccer. Una diferencia de radios de más de 5 veces entre el átomo y el ión; ¡una diferencia de volumen de casi 178 veces!.

Referencias

- [1] Paolini, M., Cercignani, G y Bauer, C., (2000), *J. of Chem. Educ.* Vol.77, No.11, p.1438.
- [2] Rayner-Canham, G., (2000), *J. of Chem. Educ.* Vol.77, No.8, p.1053.
- [3] Pinto, G., (1988), *J. of Chem. Educ.* Vol. 75, No. 6, p.725.
- [4] Lagorio, M.G., (2000), *J. of Chem. Educ.* Vol.77, No.11, p.1444.