clear, estamos bien encaminados hacia un modelo atómico útil para el químico que desea comprender reacciones químicas.

La imagen que nos resulta del átomo es como una esfera con una carga positiva, o núcleo al centro. Alrededor del núcleo, determinando el volúmen del átomo hay una cantidad de electrones. Algunos de estos electrones son removidos más fácilmente que otros. Nos sentimos naturalmente inclinados a pensar que algunos electrones estánmás cerca que otros del exterior del átomo.

En el capítulo siguiente consideraremos como se ensamblan entre sí las partes de un átomo.

Tabla 3 - 1

POTENCIAL DE IONIZACION DE ELEMENTOS DE HIDROGENO A SODIO

(Electrón volts)

Elemento	Electrones (De los más internos a los más externos)										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
H	14										
He	54	25									
Li	122	76	5								
Be	218	154	18	9							
B	340	259	38	25	8						
C	490	392	64	48	24	11					
N	667	552	98	77	47	30	15				
O	871	739	138	144	77	55	35	14			
F	1098	953	185	157	114	87	63	35	17		
Ne	1356				138	126	97	64	41	22	
Na				264	208	172	139	99	72	47	5

ESTRUCTURAS A PARTIR DE ELECTRONES Y PROTONES

Nuestra búsqueda de algunas propiedades comunes a todas las sustancias ha conducido a los electrones y protones. La evidencia experimental, como se considera en el capítulo III indica que cada sustancia tiene su propio número característico de protones y electrones. Desafortunadamente no existen relaciones sencillas entre el número de protones y electrones y las propiedades observadas. Algomás debe incluírse en nuestro pensamiento si vamos a tener un éxitoincluso modesto en el intento de relacionar las diversas propiedades que poseen los diversos materiales.

Al considerar las diferencias entre diamantes y grafitos, llegamos en la sección 2-1 a la conclusión de que estas dos sustancias deben diferir en estructura, puesto que no difieren en composición. En este capítulo nos proponemos investigar los tipos de estructura que se producirán al unirse protones y electrones. Empezaremos por asumir que el modelo atómico nuclear propuesto por Rutherford es el mejor punto de partida. El químico se ve principalmente enfrentado con la disposición de electrones alrededor del núcleo de este tipo de átomo.

La disposición electrónica nos será extremadamente útil para relacionar las propiedades de las sustancias. No obstante,no darán una respuesta completa al problema. Un segundo hecho significativo al determinar las propiedades de las sustancias es aquél que llamamos proceso destructor. Este proceso está controlado en gran parte por la temperatura. Será discutido en el capítulo V. Esta discusión llevará a la conclusión que una sustancia particular posee un conjunto de propiedades que son en gran parte el resultado de su estructura por un lado y su tendencia a separarse por el otro. En otras palabras, las sustancias tienen características de organización y desorganización en sí, y las propiedades particulaes observadas están determinadas en gran medida por el equilibrio de estas características.

Una tercer característica se refiere a las masas de las sustancias. Esto también se tratará en el capítulo V. La masa de una sustancia está determinada por las masas de los diversos núcleos. Se considerarán métodos para determinar estas masas.

¿Cómo podremos usar la primera característica - la presencia de electrones y protones para construir esquemas de átomos? Nuestra respuesta dependerá en gran parte de lo que queremos decir con "Construyendo un esquema".

4 - 1.- MODELOS MENTALES

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEON
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
"ALFONSO REYES"

En lo que queda de este capítulo nos veremos ante un tipo especial de construcción, la estrategia científica de la construcción de modelos. Este es un proceso en el que un científico construye un cuadro en su mente que proporciona una manera de pensar acerca de sus experimentos. Algunas veces este cuadro mental puede convertirse en un modelo físico, un objeto real, Más a menudo, el cuadro mental permanece como tal, mental.

Tales modelos se usan para simplificar y facilitar nuestro pensamiento. Si son útiles, conducen a conclusiones que corresponden a lo que encontramos realmente en el laboratorio. No sin frecuencia los científicos crean un modelo mental que para muchos casos es útil, pero que finalmente resulta ser erróneo y así son descartados. Por ejemplo, los astrónomos por miles de años pudieron utilizar un modelo en que la tierra era el centro del universo. Muchos problemas pudieron resolverse con un uso inteligente de este modelo, pero finalmente tuvo que descartarse con la expansión de los conocimientos reales de los cielos. Más comunmente un modelo mental es en parte útil y en parte erróneo. Cuando un modelo es erróneo se trata, entonces, de modificarlo. Siempre recordamos, no obstante que el modelo es nada más que un artificio útil; no debe confundirse con la realidad que refleja.

Siempre que construímos modelos mentales empezamos con un conjunto de suposiciones. En nuestro estudio de Geometría los hemos llamado postulados. Aunque algunas de nuestras suposiciones puedan parecer como algo más que un trabajo de conjeturas, suposiciones útiles son aquellas que están, en un sentido impuestas a nosotros por la naturaleza de nuestra experiencia. Al comienzo, son a menudo algo más que conjeturas inteligentes - lo que llamamos hipótesis. El científico pregunta, "¿Qué sucederá si suponemos que tal, y tal es verdadero?". Algunas de estas hipótesis se demuestran inmediata y dramáticamente fructíferas, y algunas se convierten en principios indispensables que sostienen toda investigación posterior.

4 - 2.- PRINCIPIO DE EXCLUSION DE PAULI

Un ejemplo mayor de suposición que será indispensable para la construcción de nuestros modelos es el "Principio de Exclusión de Pauli". Por muchos años resultó difícil a los químicos construír modelos de átomos que diesen alguna clave de por qué diferentes sustancias tienen diferentes propiedades físicas y químicas. Aunque habían desarrollado una variedad de relaciones y tendencias entre las diferentes propiedades de los elementos químicos, no podían relacionar fácilmente estas propiedades a las propiedades de las partículas fundamentales. Finalmente en 1925 Wolfgang Pauli desarrolló la idea, ahora tratada como principio valedero, que con suficiente fuerza atractiva presente, dos, pero nada más que dos electrones pueden ocupar la misma región en el espacio. Utilizando esta suposición, los químicos encontraron que las relaciones entre ideas de estructura y propiedades observadas se aclaraban. No podemos discutir aquí las muchas formas de comprobación a la que se ha sometido esta suposición.

Pero una de las más importantes pruebas es la repetición del uso con éxito que de él haremos a medida que avancemos. Encontraremos en él la más efectiva ayuda para nuestro pensamiento; y conduce a resultados que son valiosos para nuestras investigaciones posteriores.

Empezando con suposiciones tales como las de Pauli el razonamiento nos conduce a ciertas conclusiones; en Química tales conclusiones corresponden a las propiedades observadas o conducta de algunas sustancias. De esta manera, un modelo mental útil del hidrógeno nos conduce a lo largo de una línea de pensamiento por la que podremos calcular el punto de fusión, el punto de ebullición, la densidad, la reactividad química y todas las otras propiedades del hidrógeno. Ninguno de los modelos mentales bosquejados hará esto en detalle, pero los mejores serán de extrema utilidad.

Nuestro modelo mental se va a construír tanto a partir de electrones como de protones. En el capítulo V, nos será necesario para la introducción de los neutrones.

4 - 3.- SUPOSICIONES ACERCA DE LOS ELECTRONES EN LOS ATOMOS

En la construcción de nuestro modelo, trabajaremos de acuerdo con las siguientes suposiciones acerca de las propiedades de los electrones:

a. Los electrones en un átomo pueden representarse como nubes eléctricas cargadas negativamente.

b. Las nubes de electrones se repelen una con otra con una fuerza descrita por la ley de Coulomb.

c. Una nube cargada de electrones tiende a expandirse en tamaño.

d. Los electrones son atraídos por los protones con una fuerza descrita por la Ley de Coulomb.

e. Con suficiente fuerza atractiva presente, dos, pero nomás de dos, electrones pueden ocupar la misma región en el espacio (principio de Exclusión de Pauli).

4 - 4.- SUPOSICIONES ACERCA DE LOS PROTONES EN LOS ATOMOS

Nuestras suposiciones respecto de las propiedades de los protones serán las siguientes:

a. Los protones son cargas eléctricas, para nuestros propósitos inmediatos se considerarán sin dimensión - esto es, se les puede considerar como un punto.

b. Los protones se repelen unos con otros descrita por la-

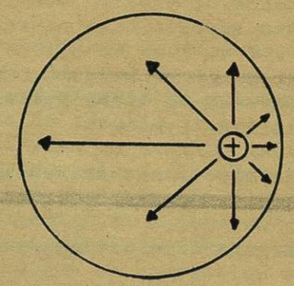
Ley de Coulomb.

c. Los protones atraen a los electrones (ver sección 4 - 3-d).

4 - 5.- UN MODELO PARA EL HIDROGENO

El hidrógeno es el más simple de todos los elementos. Por técnicas experimentales - algunas de las cuales han sido descritas - en el capítulo tercero - se ha determinado que cada átomo de hidrógeno está hecho de un protón y un electrón. ¿Qué clase de modelo podemos construír de estas dos partículas utilizando las suposiciones de las secciones 4 - 3 y 4 - 4?

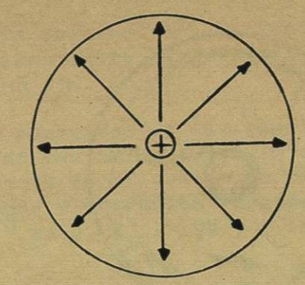
Si nos imaginamos un sólo electrón y un sólo protón cerca uno del otro, una fuerza atractiva se hallará presente y ocasionará que los dos se junten. Aún cuando el protón penetra dentro de la nube cargada del electrón, persistirá una fuerza atractiva, si bien ahora opera en todas direcciones alrededor del protón. Mientras estas fuerzas estén en desequilibrio el protón continuará moviéndose.



En algún punto dentro de la nube cargada, las fuerzas en varias direcciones serán las precisas para equilibrarse unas con otras. En un espacio tridimensional como este, el protón puede finalmente permanecer estacionariamente dentro de la nube electrónica, debido a la atracción eléctrica de direcciones opuestas. Supongamos, para simplificar, que la nube electrónica tiene una forma esférica.

4 - 6.- EL NUCLEO DEL ATOMO

Nuestra suposición nos ha conducido a un modelo del átomo de hidrógeno en que un protón está en el centro y rodeado por un electrón. La fig. 4-1 es una fotografía de un intento de reproducción del modelo mental en plástico. En la fig. la esfera plástica despejada representa la nube cargada mientras que el punto negro en el centro representa el núcleo. Semejante modelo representa



sólo las relaciones geométricas pero a pesar de ellos es muy útil para ayudar a nuestra mente a entender el carácter tridimensional del modelo. Este y modelos similares serán particularmente útiles en sistemas más complejos.

Este modelo está de acuerdo con el cuadro que Rutherford desarrolló para los átomos metálicos de las hojas que bombardeó con partículas alfa.

El átomo de hidrógeno es sencillo, conteniendo sólo un protón y un electrón. Los átomos de metales son complejos, conteniendo muchos electrones y protones. Parece que, del simple al complejo, todos los átomos están construídos de la misma manera con los protones en el centro rodeados de electrones. La parte central de protones se llama el núcleo del átomo. Puede notarse alguna similitud entre este uso del término núcleo y su uso en la descripción de una célula biológica.

Este cuadro general es útil como modelo para todos los átomos. Suponemos que otros átomos tienen cada uno un sólo núcleo, pero con más de un protón en cada núcleo. El núcleo de un átomo neutro está siempre rodeado por electrones. A causa del principio de exclusión de Pauli (suposición en la sec. 4-3), no se esperará siempre que los electrones formen una sola nube esférica. Discutiremos otros arreglos brevemente.

4 - 7.- ENERGIA DE IONIZACION PARA EL HIDROGENO

¿Pueden algunos de los datos obtenidos de experimentos con hidrógeno explicarse inmediatamente con el modelo que se ha desarrollado?

Se obtiene un tipo útil de información determinando el monto de la energía requerida para sacar un electrón del átomo. Cuando un electrón es removido de un átomo, el átomo queda cargado.

Núm. C
Núm. A
Núm. A
Proced
Precio
Fecha
Clasific
Catalog

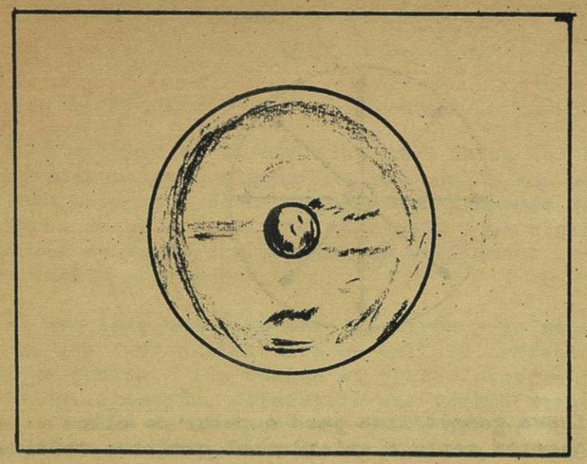


FIGURA 4-1

MODELO DEL HIDROGENO ATOMICO

Como dijimos en el capítulo III un átomo cargado se llama ión, el proceso de remover un electrón se llama ionización, y el monto de trabajo requerido para llevarlos a cabo se llama energía de ionización. El proceso experimental para llevar a cabo esto se estudió en la sec. 3-1. Para el hidrógeno, el valor experimental obtenido es de 313 Kcal por gramo.

Una buena prueba para nuestro modelo será si mantiene resultados próximos a aquellos obtenidos por experimentación. ¿Cuál es la energía de ionización para el hidrógeno calculada a partir del modelo?

Esta puede obtenerse usando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{K_1}{r^2} - \frac{K_2}{r} \qquad \text{(Ecuación 4-1)}$$

El primer término, $\frac{K_1}{r^2}$

Representa la energía asociada con la tendencia a expandirse de la nube electrónica cargada (suposición, sec. 4-3 c).

El segundo término, $\frac{K_2}{r}$

representa la energía asociada con la tendencia a contraerse debido a la fuerza coulombiana entre cargas desiguales de la nube cargada (suposición, sec. 4-3 d).

Los valores numéricos de las constantes K_1 y K_2 del átomo que se considere y de las unidades en la cual se desea expresar la energía. Si E se desea en Kilocalorías por gramo de hidrógeno y r es el radio de la nube electrónica cargada expresado en unidades Angstrom (1 A = 10^{-8} cm.), K_1 = 198 y K_2 = 490. La ec. 4-1 toma la forma:

$$E = \frac{198}{r^2} - \frac{490}{r}$$

En la fig. 4-2 , se muestran resultados calculados para diferentes radios. En la figura, la energía negativa significa que realizó trabajo (es decir, que debió suministrarse energía) para separar el protón del electrón, mientras que las energías positivas significan que ese trabajo podría aprovecharse de la separación del electrón y protón. El sistema protón - electrón (el átomo de hidrógeno) es el más difícil de cambiar, en el cual hay que efectuar mayor trabajo para producir la separación del protón y electrón. La idea más importante que se obtiene de la curva es que se alcanza un mínimo a más o menos -300 kilocalorías. Esto representa un máximo para la cantidad de trabajo necesario para separar el protón del electrón (o una máxima cantidad de energía liberada por la recombinación). Esta posición mínima en la curva representa entonces la más estable del sistema que contiene un electrón y un protón.

Vemos, entonces, que el modelo sólo ha producido valores casi idénticos con los obtenidos en forma experimental - 300 Kcal/g. comparado con -313 Kcal/g. El modelo,entonces ha pasado una prueba.

El valor del radio de un átomo de hidrógeno no es bien conocido pero parece ser cercano a un Angstrom. Por lo tanto el valor calculado de 0.8 A para es razonable para el radio de un átomo de hidrógeno.

Hay otras preguntas que pueden plantearse acerca de la utilidad de nuestro modelo. Por ejemplo, como se describe el comportamiento de un gran número de átomos de hidrógenos reunidos.

4-8.- MOLECULAS DE HIDROGENO

Imaginemos dos átomos de hidrógeno cerca, pero no tocándose entre ellos.