400 300 200 Kcal/gram 100 DE IONIZACION 0 -100 -200 -300 -400 0.5 1.0 1.5

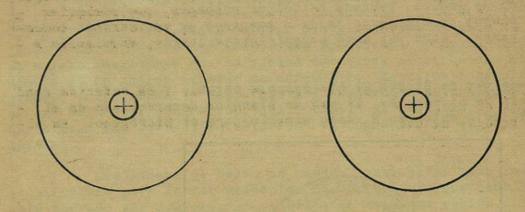
Núm. A Núm. A Núm. I Proced

Precio Fecha Clasific

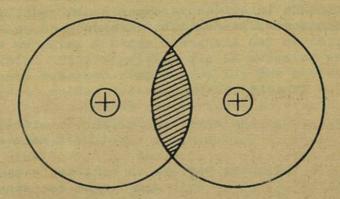
Catalog

figura 4 - 2
ENERGIA DE IONIZACION, CALCULADA PARA EL HIDROGENO

Los dos electrones se repelen entre ellos, como igualmente se repelen entre ellos los protones. Cada protón atrae no sóloal electrón cercano, sino también al electrón del otro átomo. Cuando se han combinado las diferentes atracciones y repulsiones, su su
ma es cero. Esto significa que la separación de los átomos no esalterada por ellos. Si la distancia entre los átomos varía la fuer
za neta aún es cero - con una excepción, sumamente importante.



Supongamos que los dos átomos se comprimen uno contra -otro de modo que las nubes de electrones se traslapan ligeramente.El área sombreada representa este traslape. Ahora, como antes, los
protones se repelen y cada protón atrae electrones. Nótese que larepulsión entre los electrones de todas maneras está alterada. Las
partes de las nubes de electrones, en la cual no hay traslape, se repelen unas a otras como antes, de modo que empujan a los átomos apartándolos. Estas partes en las cuales hay traslape pueden repelerse en direcciones opuestas así como los átomos se juntan entre ellos. Como una consecuencia, las fuerzas de repulsión neta entre-

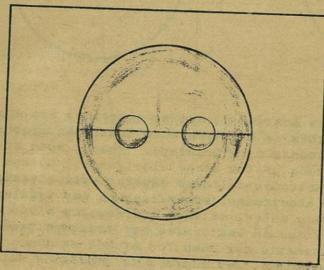


RADIO DE LA NUBE ELECTRONICA

los electrones deben ser menores que antes que ocurriera el traslape. Así, los dos átomos se moverán juntos hasta que los electrones completamente traslapados y los protones toman posiciones consistentescon sus mutuas repulsiones. La fig. 4-3 ilustra el resultado, consistendo de dos átomos que se mantienen juntos por fuerzas electros táticas.

Un tercer átomo de hidrógeno no puede combinarse ahora conlos dos primeros. Esto está vedado a nuestro modelo por el Principio de Exclusión de Pauli. Podemos anticipar entonces, que cualquier número de átomos de hidrógeno tarde o temprano se encontrarán todosjuntos en pares. Cada par será esencialmente inerte, en relación a -

Cada par de átomos de hidrógeno es estable y es referida como una molécula de hidrógeno. El uso de símbolos desarrollado en el -capítulo II deja entonces H2 como símbolo para el hidrógeno. En el-



MCLECULA DE MIDROGENO

capítulo V, veremos la evidencia experimental que, de acuerdo con nuestras predicciones, la molécula de hidrógeno es en efecto diató--

# 4 - 9.- ENLACES COVALENTES

Núm. C

Núm. A

Núm. A

Proced

Precio

Fecha

Clasific

Catalog

La unión de dos átomos por atracción eléctrica producido a través del traslape de dos nubes de electrones debe ocurrir en otros elementos. Esta atracción produce una unión bastante poderosa entrelos átomos. Los químicos se refieren a esta unión como "el enlace co valente". Es un enlace en el cuál dos átomos cooperan mutualmente para producir una fuerza atractiva. Es mencionado algunas veces como el enlace por el cual dos átomos se unen por medio de un par de electrones compartidos. Algunas de estas características especiales serán exploradas más adelante en este capítulo y en el Capítulo VI.

primero, consideremos algunos modelos para unos pocos áto-

### 4-10 .- ATOMOS DE HELIO

El belio es un elemento gaseoso que se encuentra en el solen grandes cantidades, en ciertes aceites brota en cantidades moderadas y en pequeñas cantidades en minerales de uranio y torio. Cuando se describieron los procesos de ionización en la sec. 4-7 se aplicaron al helio (se pueden remover dos electrones de cada átomo) dejando sólo un núcleo con dos cargas positivas. Podemos construír un modelo imaginando que colocamos dos nubes electrónicas en la vecindad de un núcleo atómico de carga + 2. Estas entidades estarianobrando armoniosamente hasta que los electrones se fusionen dentro de una sola nube y alrededor del núcleo. El resultado puede imaginarse como una estructura esférica con un núcleo en el centro de laesfera.

Los átomos de helio no pueden traslaparse como los átomosde hidrógeno para formar moléculas diatómicas, ya que cada núcleo está rodeado por dos electrones ocupando la misma región del espacio El átomo de helio sólo, puede entonces ser llamado una molécula de helio.

#### 4 - 11 -- BARRERAS DE ENERGIA

Si miramos nuevamente lo que se ha dicho de los átomos de helio y moléculas de hidrógeno, veremos que la diferencia entre losdos está en que los dos protones están juntos en el núcleo de helio;
en cambio en la molécula de hidrógeno se encuentran separados. ¿Por
qué no se unen los dos protones en una molécula de hidrógeno? Y porlo contrario, ¿Por qué los dos protones en un núcleo de helio sólo, no se separan?

La respuesta a esta pregunta se encuentra parcialmente con testada considerando las fuerzas electróstáticas. Cuando los dos protones se acercan unos a otros en una molécula de hidrógeno, las fuerzas repulsivas aumenta, y a una distancia muy corta la fuerza re pulsiva es muy grande. Esto significa que es menester una gran cantidad de energía para mantener comprimidos los dos protones en una molécula de hidrógeno, muchas veces es más grande que la cantidad utilizable en reacciones químicas ordinarias. En efecto, la energía requerida es exactamente un millón de veces más grande que la energía de una reacción química.

Si esta gran cantidad de energía puede ser suministrada - los protones quedarán muy comprimidos, entonces la fuerza de repulsión se hace muy pequeña. La razón porqué decrece esta fuerza no está enteramente claro, hasta ahora, ya que la Ley de Coulomb no lo predice. Probablemente las características de la separación de losprotones dentro del núcleo debe obedecer a alguna nueva ley la cual-

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

entra a operar. Es como si los protones al juntarse tuviesen que re montar una alta colina que requiriese para ello una gran cantidad de trabajo, pero que una vez en la cumbre los protones encontrarán quela colina desciende abruptamente y descienden a un profundo valle del cual sólo podrán ser desalojados con gran dificultad.

Para acercar dos protones se requiere una gran cantidad de - energía hasta alcanzar la distancia característica del núcleo; para- separar dos protones dentro del núcleo también se requiere una gran- energía. Este tipo de energía recibe el nombre de barrera de ener-gía.

Tales cantidades de energía como para vencer estas barrerasse encuentran disponibles por ejemplo en el sol, donde según se cree
los núcleos de los átomos de hidrógeno se fusionan para producir núcleos de helio. Estos procesos energéticos se llaman procesos nu--cleares, los que no veremos en detalle. La mayoría de los químicostrabajan con sistemas en los cuales los núcleos están ya formados y no se alteran como resultado de cambios químicos operados en el sistema.

## 4 - 12.- PUNTOS DE EBULLICION

Es interesante anotar que los puntos de ebullición del hidró geno y del helio son -252.7°C y -268.9°C respectivamente. Estos son los puntos de ebullición más bajos conocidos. Nuestro modelo está - de acuerdo con esto, aunque tendremos que desarrollar algunas ideas-adicionales en el capítulo V para ver que éste es lógico. En parte, los bajos puntos de ebullición están relacionados con la naturaleza-esférica de estas dos moléculas.

4-13.- NEON

Núm. C

Núm. A

Núm.

Proced

Precio

Fecha

Clasifi

Catalog

Estas observaciones acerca de los puntos de ebullición sugiere que debemos mirar otras sustancias las cuales hierven a bajas tem peraturas. La sustancia siguiente que aumenta el punto de ebullición es el neón, elemento que hierve a -245.9°C. ¿Qué modelo representa este comportamiento?

Experimentos de ionización y otros estudios revelan que el neón tiene diez electrones por átomo y un núcleo contiene diez protones. Supongamos que debemos construir un modelo de átomo de neónsuministrando electrones alrededor del núcleo. El núcleo atómico con una carga de + 10, tiene por supuesto una fuerte atracción paralos electrones. Si imaginamos que las dos primeras nubes de carga se liberan cerca del núcleo de neón es obvio que este las atraerá más fuertemente alrededor de él. Esto es muy similar a lo que sucedía con el modelo de helio excepto que la carga central es cinco veces mayor. La nube de carga en este caso de dos los dos electrones
será mucho menor y más próxima al núcleo.

El aspecto más interesante de este nuevo modelo radica en -

lo que nos permite predecir para los próximos ocho electrones.

A pesar de estar poderosamente atraídos por la nueva carga (alta carga nuclear) estos electrones sin embargo, no pueden confundirse con los anteriores en una sola nube de carga, (¿Por qué no?); A medida que los ocho electrones son atraídos hacia el núcleo pueden confundirse de a pares. Esto por lo tanto crea cuatro pares de electrones por fuera del primer par. Cada uno de estos cuatro pares, se aglomerará lo más próximo que pueda al núcleo y al mismo tiempo evitará el mínimo contacto entre esos pares. (¿Porqué?). Si cada par ese toma como correspondiente a una esfera ¿qué tipo de figura geométrica será formada en estas condiciones?

Cuatro esferas alrededor de una pequeña esfera central pue den tocarse mutuamente en un sólo punto y al mismo tiempo mantenerse equidistante del cantro de la agrupación completa, según se ilustraen la fig. 4-4. Esta forma geométrica se denomina un tetraedro. Sise unen los centros de estas cuatro esferas externas la forma tetraédrica quedará en evidencia.

Cuatro esferas pueden arreglarse en tal forma que las líneas que unen sus centros forman un cuadrado. ¿Cómo difieren las dis tancias relativas de los centros en este nuevo modelo del modelo tetraédrico anterior? Esta y otras figuras relacionadas serán desarrolladas en el trabajo de laboratorio.

El arreglo tetraédrico de estas esferas aunque no produceuna forma esférica estricta se le aproxima mucho a ella según se veen la fig. 4-5. Si la forma tetraédrica fuera comprimida algo se -aproximaría a un átomo realmente esférico. En forma aproximada po-demos decir que el átomo de neón tiene una estructura prácticamenteesférica. El punto de ebullición del neón es muy bajo al igual quelos correspondientes al hidrógeno y al helio, átomos para los cuales habíamos deducido la forma esférica. Queda aún por discutir el -porqué de estas relaciones entre le que se predice basado en los modelos geométricos y las propiedades.

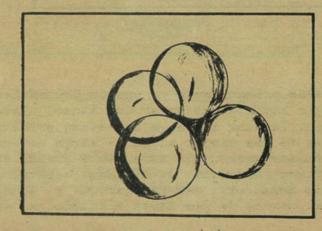


Figura 4-4 MODELO DEL ATCMO DE NEON

Examinemos ahora algunas estructuras de otras sustancias.

## 4 - 14.- MOLECULAS ISOELECTRONICAS

Núm. Cla

Núm. Au

Núm. Ac

Procede: Precio

Fecha

Clasificó

Catalogó

Para un sistema que contiene diez protones y diez electrones hay una diversidad de posibles agrupaciones además de la propues
ta para el neón tales arreglos distintos entre si pero con el mismonúmero total de electrones se denomina isoelectrónicos. Para realizar la discusión en esta sección consideraremos las moléculas isoelec
trónicas de metano, amoniaco, agua, y fluoruro de hidrógeno. En la tabla cuatro uno se ilustran los puntos de ebullición de estas sustancias en orden decreciente de temperatura.

Estos modelos pueden sufrir una serie de operaciones imaginarias de tal forma que el átomo de neón puede ser convertido en elmodelo de las moléculas de muchas de otras sustancias. Estas operaciones son puramente imaginarias y no pueden hasta el momento sersometidas a una verificación exacta en nuestros laboratorios actuales.

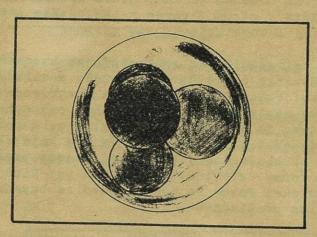


Figura 4-5

FORMA APROXIMADAMENTE ESFERICA DE TETRAEDRO

Retiremos primeramente un protón del núcleo de un átomo deneón y corrámoslo hacia el exterior del átomo. Este protón será -atraido ahora por la nube de carga del átomo primitivo y penetrará -dentro de alguna de las cuatro nubes de carga externa del núcleo ori ginal. A medida que penetra la nube, este protón experimentará un -aumento en la fuerza repulsiva de la carga central del núcleo ahorade + 9. Cálculos detallados nos indican que el protón llegará a descansar cerca del centro de las nubes electrónicas externas.

Un átomo de una carga nuclear de + 9 corresponde al fluory uno de carga + 1 corresponde al hidrógeno. Nuestro modelo entonces puede ser considerado como idéntico al fluoruro de hidrógeno -(HF) La fig. 4 - 6 represente este modelo.

TABLA 4 - 1
PUNTOS DE EBULLICION DE DIVERSAS SUSTANCIAS

Sustancias	Fórmula molecular	Punto de ebullición
Agua	H <sub>2</sub> O	100 sau van
Fluoruro de hidrógen	io HF	19. 5
Amoniaco	NH <sub>3</sub>	-33. 4
Metano	CH <sub>4</sub>	-161
Neón	Ne Ne	-245.9
Hidrégeno	. H <sub>2</sub>	-252.7
Helio	He	-268.9

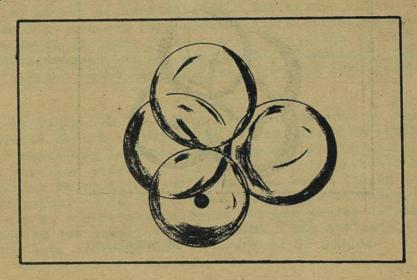


Figura 4-6
MODELO DEL FLUORURO DE HIDROGENO

podemos concluir entonces que el par de electrones une alnúcleo de hidrógeno con el de fluor. De acuerdo con la definición nuestra de la sec. 4-9 este es un enlace covalente que une al hidrógeno con el fluor.

Si dos protones se separan simultánemante del núcleo del neón y se liberan fuera del átomo podemos formar mentalmente el -modelo para el agua fig. 4-7.