

## TEST DE QUÍMICA CON ENUNCIADOS FORMATIVOS

### Átomo 2. Átomo cuántico (solución)

20. Luis de Broglie leyó en la Sorbona (París), su tesis doctoral revolucionaria sobre la teoría corpúsculo ondulatoria, el 25 de noviembre de 1924, y el presidente de su tribunal, Jean Perrin, también había sido un físico revolucionario en su día, al proponer su modelo atómico planetario, todavía antes que Thomson, diera a conocer el suyo. Sin embargo nadie le hizo caso, lo que no le ocurrirá a De Broglie, cuya teoría:
- Explicará el comportamiento de los cuantos de luz*
  - Servirá de base a la teoría ondulatoria del electrón*
  - Justificará un nuevo modelo atómico*
  - Se empleará necesariamente a cualquier tipo de partícula en movimiento*
- INDIQUE LO QUE NO SEA.**
21. Luis de Broglie, destinado por su noble familia, a ser político (estudió Historia en La Sorbonne de París). Le tomó gustillo a la Física, cuando su hermano, lo llevó en 1911, al primer congreso Solvay, del que era secretario. Allí se reunió la flor y nata de la ciencia europea; estaba Einstein, Curie, Lorentz, Planck, Sommerfeld y Rutherford, entre otros. Precisamente Einstein había terminado de aclarar la naturaleza corpuscular de la luz, al explicar el efecto fotoeléctrico. Trece años más tarde, al justificar la naturaleza corpúsculo-ondulatoria de la luz, complementará el trabajo de Einstein. Según De Broglie, la longitud de onda asociada a una partícula en movimiento era:
- Inversamente proporcional a su velocidad*
  - Directamente proporcional a su masa*
  - Dependía de la constante de Planck*
  - Era inversamente proporcional a su masa*
- INDIQUE LO QUE NO SEA**
22. Existe gran discrepancia en qué es lo que fue antes: Mecánica cuántica o Mecánica ondulatoria. Realmente este último término ya aparece en los trabajos previos a la tesis de De Broglie, de 1924, antes de su desarrollo en 1926. De Broglie, Nobel de Física de 1929, nada menos que apoyado por doce famosos científicos (hecho verdaderamente inusual), tuvo el acierto de reforzar a partir del concepto dual, las propias teorías de Bohr y Sommerfeld, dado que:
- En un estado estacionario debería haber un número entero de longitudes de onda*
  - Llega a través de las ondas a la cuantización del momento angular*
  - Explica la naturaleza elíptica de las órbitas electrónicas*
  - Justifica el número cuántico de Bohr*
- INDIQUE LO QUE NO SEA**
23. Uno de los problemas que mantuvieron dura pugna entre los científicos durante 3 siglos fue la explicación de la naturaleza de la luz. Mientras unos la suponían corpuscular, otros reafirmaban su característica ondulatoria, y todos aportaban pruebas y experimentos que apoyaban sus ideas. Esta rivalidad se mantuvo hasta que surgieron a finales de 1923 en la revista Comptes Rendus, y al año siguiente en la Philophical Magazine (la revista científica más prestigiosa del momento), unos artículos científicos de Luis de Broglie en los que aunaba ambos comportamientos, que se podrían resumir en que la longitud de onda asociada a la partícula en movimiento (onda de fase) =  $h/mv$ , pero sólo era apreciable a medidas atómicas. Según eso, si se aplicase a un balón de fútbol de 800g. que sale de la bota del encargado de lanzar un penalty a 102 km/h, siendo  $h=6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s. la longitud de onda asociada sería :
- $8,11 \cdot 10^{-39} m$
  - $8,11 \cdot 10^{-36} m$
  - $2,25 \cdot 10^{-36} m$
  - $2,25 \cdot 10^{-39} m$

24. En el artículo: "Ensayo sobre una teoría sobre los cuantos de luz", publicado por Luis de Broglie, en la Philosophical Magazine, en 1924 se puede leer: "Estamos inclinados a creer que cualquier cuerpo en movimiento debe venir acompañado de una onda y que es imposible separar el movimiento del cuerpo, del de propagación de la onda". La onda así mencionada del electrón del hidrógeno que se mueve con una velocidad  $v$ , excitado al nivel 3, deberá tener una longitud de De Broglie  $\lambda_{DB}$ :
- a)  $3h$                       b)  $3mv$                       c)  $3h/mv$                       d)  $2mv/3$
25. Thomson, llamado por muchos J.J.(iniciales de su nombre), recibió en 1908 el Nobel de Física, por el descubrimiento del electrón como partícula de los rayos catódicos y su hijo George, lo consiguió 29 años después por sus experimentos para comprobar el comportamiento de aquél como onda que se basaba en un fenómeno de:
- a) Reflexión      b) Refracción      c) Difracción      d) Polarización
26. Pauli y Heisenberg fueron alumnos de Sommerfeld en Munich y después ayudantes de Born en Gotinga, y más tarde colaboradores de Bohr en su institución de Copenhague, y ambos Nobel en 1932 y 1945 respectivamente. Del segundo, conocerá que enunció su:
- a) Principio de Exclusión                      b) Principio de Incertidumbre  
c) Teoría Corpúsculo-ondulatoria      d) Teoría orbital del electrón      e) Nada de lo dicho.
27. Pese a que aplicó la teoría cuántica de Planck para resolver y aclarar el efecto fotoeléctrico, que le valdría el Nobel de Física de 1922, no creía en ella. Por eso acuñó la famosa frase: "Dios no juega a los dados". Efectivamente Einstein no creía en la teoría de las probabilidades aplicada al átomo y al final de su vida le escribía a su amigo Besso que, "aún no tenía una idea clara de lo que eran los cuantos... hoy en día todo el mundo cree que lo sabe pero se equivoca". Sin embargo Einstein iba en contra de la tendencia científica del momento, encabezada por Heisenberg, que al enunciar su principio de incertidumbre, no sólo abrió una nueva perspectiva a las teorías atómicas, sino que emitió un principio filosófico, ya que:
- a) Al precisar una medida, la podemos alterar incurriendo en un error mayor  
b) No se podía determinar con precisión y simultáneamente la posición y la velocidad de un electrón  
c) La incertidumbre provocada en una medida tenía como límite la velocidad de la luz  
d) No se podía determinar simultáneamente con precisión la energía y el tiempo de recorrido de un electrón.
- INDIQUE LO QUE NO SEA**
28. Heisenberg, hijo de un catedrático de filología medieval de la universidad de Munich, era una especie de niño prodigio de salud quebradiza, que siendo adolescente se había leído y estudiado, en una convalecencia, uno de los libros mas importantes sobre la teoría de la relatividad: "Espacio-tiempo y materia" del matemático Weyl, que lo motivó para estudiar la física. Por eso con 18 años, pasó a ser alumno de Sommerfeld, quien le dijo que si algo no entendía de sus explicaciones se lo preguntara a Pauli, que había comenzado un año antes.. Aunque su teoría atómica de matrices, no tuvo mucho éxito, sí lo consiguió con su Principio de Incertidumbre, resumido en la expresión  $\Delta p \cdot \Delta x = \frac{h}{2\pi}$ , siendo las los incrementos dados, las incertidumbres en la cantidad de movimiento y posición. Si se aplicaba al átomo de hidrógeno cuyo radio experimental era de 53 pm, y siendo la masa del electrón ( $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg) y la constante de Planck,  $h=6,6 \cdot 10^{-34}$  J.s se podrá asegurar que la velocidad prevista para el electrón en su órbita debería ser en m/s, aproximadamente de:
- a)  $1,4 \cdot 10^7$       b)  $1,4 \cdot 10^6$       c)  $1,4 \cdot 10^9$       d) 1,4      e) NADA DE LO DICHO

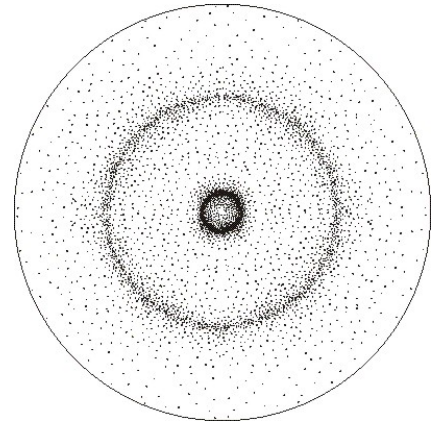
- 29\* Schrödinger, 13 y 14 años mayor que Heisenberg y Pauli, estudió en Viena, y aunque su nombre se le asocia a las teorías atómicas modernas, por introducir la función de onda  $\psi$ , en la onda de fase de De Broglie, y en unos coloquios dirigidos por Debye en la Escuela Politécnica de Zurich, en enero de 1926, al explicar la teoría de las ondas de De Broglie que aquél creía cosa de niños, dijo: “Mi colega Debye sugirió que se debía encontrar una ecuación de ondas, pues bien, he encontrado una”. Así surgió la famosa “ecuación de Schrödinger”, en la cual la función de onda  $\psi$ :
- a) Representaba la probabilidad de encontrar un electrón
  - b) Significaba la densidad de probabilidad
  - c) Solo era un artificio matemático sin significado físico
  - d) Era la amplitud de la onda de De Broglie
- INDIQUE LO QUE NO SEA**
30. Aunque se atribuye a Max Born, en 1926, la interpretación probabilística de la función de onda, base física a toda la mecánica ondulatoria del electrón, sin embargo sólo recibió el Nobel por ello en 1954, a los 72 años de edad, mucho más tarde que la mayoría de sus discípulos y ayudantes, que con las ideas de su maestro construyeron la teoría orbital, debido a la oposición de Planck, Schrödinger y del mismo De Broglie. A partir de sus ideas se considerará que un orbital atómico es:
- a) El camino seguido por los electrones
  - b) La zona más probable donde se podía encontrar a los electrones
  - c) La zona en la que hay el 90% de probabilidad de encontrar a los electrones
  - d) El espacio que rodea a los núcleos de los átomos
31. El primer artículo de Schrödinger apareció en 1926, en la revista alemana Annalen der Physik, tal como los primeros trabajos de Einstein, por cuyos manuscritos se llegaron a pagar hasta 6 millones de dólares (esto en 1944). En él, tomaba las ideas de De Broglie y las aplicaba a las ondas, obteniendo una ecuación matemática que cambiaría el mundo de la física del átomo. Esta ecuación permitió:
- a) Definir los orbitales atómicos
  - b) Encontrar los números cuánticos
  - c) Determinar a los electrones en los átomos
  - d) Explicar los espectros atómicos
32. La incertidumbre del electrón en el átomo, fue expresada por Schrödinger con su célebre paradoja (denostada por la Sociedad Protectora de Animales), llamada "El gato de Schrödinger". En una caja cerrada ponía una fuente de material radiactivo, un contador de radiación que al ponerse en funcionamiento abría un recipiente con cianuro, y un gato vivo. Al cabo de un cierto tiempo, podrías decir que el gato estaba:
- a) Muerto por la acción del cianuro
  - b) Vivo porque jugando estropearía el contador radiactivo
  - c) Muerto debido a las radiaciones
  - d) No se podría asegurar nada

- 33\* Max Born acuñó el término de Mecánica cuántica, en un seminario celebrado en Gotinga en junio de 1924, y se puede decir que fue su precursor, pero en principio se opuso a las teorías de Schrödinger y Pauli, apoyadas por Sommerfeld. Posteriormente, a partir de 1926, sería su máximo impulsor al considerar que el cuadrado del módulo de la función  $\psi$ , debería representar la densidad de probabilidad de los electrones u otras partículas, aclarando y dando sentido físico a las soluciones de la ecuación de Schrödinger. Ahora bien, esta interpretación no es del todo original suya, pues mucho tiempo antes Einstein, había intentado explicar la dualidad de los cuantos de luz, considerando el cuadrado de la amplitud óptica de la onda como la densidad de probabilidad de la existencia de los fotones. La diferencia entre  $\Psi$  y  $\psi^2$  estriba en que:
- a)  $\Psi$  tiene significado físico y  $\psi^2$ , no
  - b)  $\Psi$  no tiene significado físico y  $\psi^2$ , si lo tiene
  - c)  $\Psi$  toma valores negativos y  $\psi^2$ , siempre será positivo
  - d)  $\Psi$  está asociado a la probabilidad y  $\psi^2$ , no
- INDIQUE LO QUE SEA CORRECTO**

34. Aunque no te lo creas la segunda guerra mundial se terminó gracias a Niels Bohr, pues Japón firmó su rendición en 1945, a causa del espanto e impacto causado por las explosiones atómicas en Hiroshima y Nagasaki, y éstas se consiguieron, porque Bohr, cuando escapó de Dinamarca, llevó a Estados Unidos toda la documentación proporcionada por Lise Meitner, sobre la fisión nuclear realizada por Hahn, Strassmann y ella misma, en Berlín. Este hecho fue quizá uno de los que más amargaron su vida. Sin embargo su primer éxito fue el determinar teóricamente el radio del hidrógeno a través de su teoría, y comprobar que coincidía con el experimental, de 53pm, aun en la teoría atómica actual. Sin embargo el orbital atómico asignado al electrón 1s del hidrógeno difiere de la primitiva órbita ya que:
- a) El orbital 1s tiene un contorno esférico
  - b) El tamaño del orbital es mucho mayor que el de la órbita
  - c) Sólo la zona más probable dentro del orbital 1s corresponde a la órbita 1s
  - d) El orbital es más pequeño que la órbita
- INDIQUE LAS SOLUCIONES NO VÁLIDAS**

- 35 La forma de los orbitales atómicos depende de los valores que tome  $l$  en la resolución de la ecuación de Schrödinger, porque su número indica el de planos nodales que delimitan las zonas de mayor o menor probabilidad. Pero dentro de estas zonas existen otras que corresponden a valores de  $\Psi = 0$ , denominadas superficies nodales, este número es igual a  $n - (l + 1)$ , por este motivo un OA 3d, deberá tener :
- a) 2 planos nodales y 1 superficie nodal
  - b) 1 plano nodal y 1 superficie nodal
  - c) 2 planos nodales y ninguna superficie nodal
  - d) 1 plano nodal y ninguna superficie nodal
  - e) Nada de lo dicho

36\*. Uno de los modelos más intuitivos para representar un orbital atómico fue el de nube de carga, en él se representa la situación instantánea de electrón de un átomo como un punto material. De esa forma las zonas más oscuras representarían aquellas con mayor densidad de carga, y por lo tanto las más probables. En el dibujo se presenta un modelo de nube de carga del orbital atómico 3s, en el plano. De ese dibujo se pueden sacar las conclusiones que en ese orbital hay:

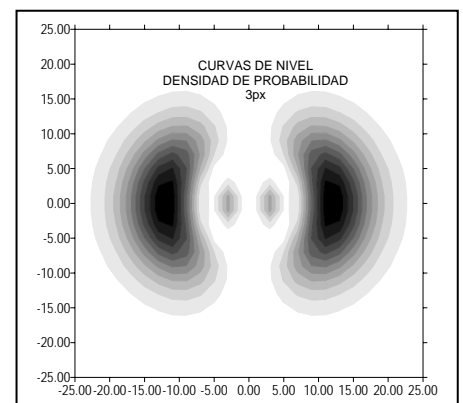


- a) Dos zonas con mayor probabilidad
- b) La probabilidad es similar en todo el contorno del orbital
- c) La densidad de carga es mayor en la proximidad del núcleo
- d) No tiene ningún plano nodal ni superficie nodal

37\*. Mulliken muy conocido por su teoría de orbitales moleculares y sus medidas de la electronegatividad, fue el que bautizó en 1928 a las funciones de ondas salidas de la ecuación de Schrödinger como orbitales atómicos. Si conoce el 2s y el 2p podrá asegurar que se diferencian en:

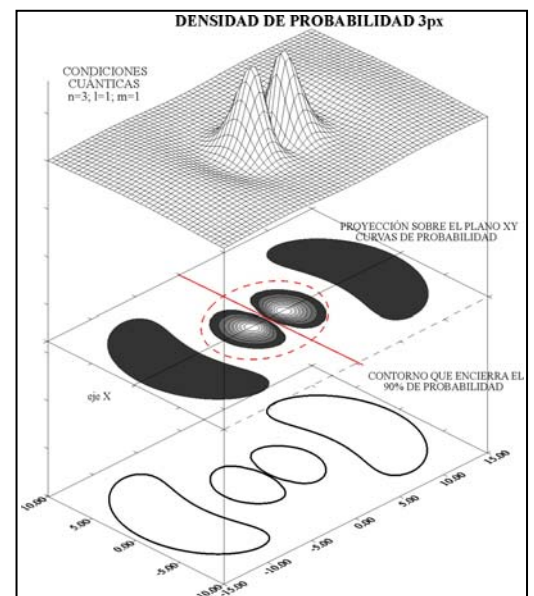
- a) el número de superficies nodales
- b) en el tamaño
- c) en la forma
- d) en el número de planos nodales

38. El nombre de plano nodal, o zona nodal, procede de los puntos en los que las ondas estacionarias poseen amplitud nula (nodos), dado que las ondas del electrón como las de las cuerdas o membranas fijas entre puntos, deben cumplir esas condiciones. En las curvas de densidad de probabilidad que se presentan, se podrá asegurar que hay:



- a) Un plano nodal y una superficie nodal
- b) Dos planos nodales y una superficie nodal
- c) Dos planos nodales y ninguna superficie nodal
- d) Un plano nodal y ninguna superficie nodal
- e) Nada de lo dicho

39. En la figura se presenta la génesis de la línea de contorno de un orbital 3px, a través de la proyección sobre un plano del mapa tridimensional de la densidad de probabilidad. En ella se aprecia que existen:



- a) Un plano nodal y una superficie nodal
- b) Un plano nodal y ninguna superficie nodal
- c) Sólo una superficie nodal
- d) Sólo un plano nodal





