

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERKEMBANGAN MODEL ATOM

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan kalian akan mampu membandingkan perkembangan teori atom mulai dari teori atom Dalton hingga teori atom Mekanika Gelombang

B. Uraian Materi

Pernakah kalian mengamati gula pasir atau garam dapur yang dihaluskan? Butiran – butiran gula pasir atau garam dapur yang terbentuk apakah masih memiliki sifat gula atau garam dapur ? Tentunya butiran – butiran tersebut masih memiliki sifat zat asalnya. Coba kalian perhatikan proses pelarutan gula pasir pada gambar dibawah ini ! Setiap materi, misalnya gula pasir jika ditumbuk sampai halus maka sifat butir-butir yang terkecil sekalipun masih serupa dengan sifat gula pasir semula, hanya ukurannya saja yang berubah. Apabila proses pemecahannya diteruskan hasilnya tetap masih mempunyai sifat-sifat gula pasir. Bahkan ketika dimasukkan dalam airpun rasa manis gula pasir masih bisa dirasakan.



Gambar 1.1. Proses Pelarutan Gula

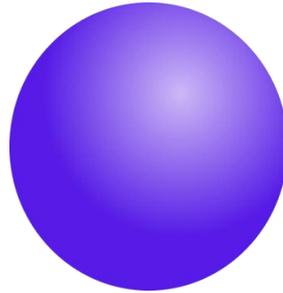
Butir – butir gula pasir yang terkecil ini pada awalnya dinamakan dengan partikel. Dengan demikian, setiap materi gula pasir yang kita kenal terdiri atas kumpulan partikel gula pasir yang jumlahnya banyak sekali. Setiap materi bukan merupakan satu kesatuan, tetapi merupakan kumpulan dari partikel – partikel yang sangat banyak. Oleh karena partikel – partikel itu terdiri atas satu kesatuan maka berarti setiap materi terdiri atas bagian – bagian yang diskontinu (terputus – putus). Pemikiran ini mendasari pengertian tentang atom yang telah mengalami perkembangan cukup lama. Teori Atom merupakan salah satu teori yang digunakan untuk mengenali sifat dari sebuah benda. Menurut sejarah yang tercatat, penemu Teori Atom adalah seorang yang berasal dari Yunani, yakni Democritus, berikut perkembangan teori atom dari zaman ke zaman:

1. Model Atom Dalton

John Dalton (1776-1844) adalah ilmuwan yang pertama mengembangkan model atom pada 1803 hingga 1808. Hipotesis Dalton digambarkan dengan model atom

sebagai bola pejal seperti tolak peluru. Teori atom Dalton didasarkan pada anggapan:

- Semua benda tersusun atas atom
- Atom-atom tidak dapat dibagi maupun dipecah menjadi bagian lain
- Atom-atom tidak dapat dicipta maupun dihancurkan
- Atom-atom dari unsur tertentu adalah indentik satu terhadap lainnya dalam ukuran, massa, dan sifat-sifat yang lain, namun mereka berbeda dari atom-atom dari unsur-unsur yang lain.
- Perubahan kimia merupakan penyatuan atau pemisahan dari atom-atom yang tak dapat dibagi, sehingga atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.



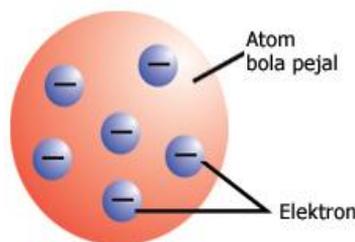
Gambar 1.2 Model Atom Dalton

Namun sayangnya, teori Dalton tidak dapat menjelaskan bagaimana atom sebagai bola pejal dapat menghantarkan arus listrik. Padahal, listrik adalah elektron yang bergerak. Ia tak sempat membuktikan partikel lain yang menghantarkan arus listrik. Secara garis besarnya Teori Dalton memiliki kelemahan antara lain:

- Masih ada partikel sub atomik yang menyusun atom (proton, neutron, elektron)
- Atom atom dari unsur yang sama dapat mempunyai massa yang berbeda
- Tidak mengenal muatan/ sifat listrik materi sehingga tidak bisa menjelaskan bagaimana cara atom dapat berikatan
- Beberapa unsur tidak terdiri dari atom-atom melainkan molekul, seperti molekul unsur terbentuk dari atom sejenis dengan jumlah tertentu.

2. Model Atom Thomson

Pada awal abad ke-20, JJ Thomson menggambarkan atom seperti bola pejal, yaitu bola padat yang bermuatan positif. Di permukaannya, tersebar elektron yang bermuatan negatif. Thomson membuktikan adanya partikel yang bermuatan negatif dalam atom..



Gambar 1.3. Model Atom Thomson

Namun sayangnya teori atom Thomson juga memiliki kekurangan, yaitu

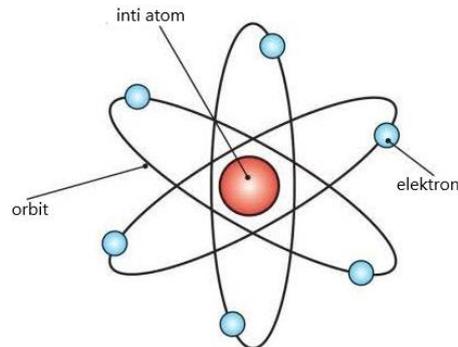
- tidak adanya lintasan elektron dan tingkat energi.
- tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam atom.

3. Model Atom Rutherford

Ernest Rutherford, ahli fisika kelahiran Selandia Baru adalah salah satu tokoh yang berjasa dalam pengembangan model atom. Rutherford membuat model atom seperti tata surya.

- Atom adalah bola berongga yang tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilinginya.
- Inti atom bermuatan positif. Selain itu, massa atom terpusat pada inti atom.

Model ini persis seperti bagaimana planet mengelilingi matahari. Rutherford berjasa mengenalkan konsep lintasan atau kedudukan elektron yang kelak disebut dengan kulit atom. Namun model atom Rutherford tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke dalam inti atom.



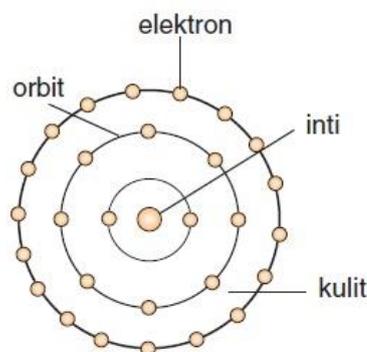
Model Atom Rutherford
Gambar 1.4 Model Atom Rutherford

4. Model Atom Niels Bohr

Niels Bohr, ahli fisika dari Denmark adalah ilmuwan pertama yang mengembangkan teori struktur atom pada 1913. Teori tentang sifat atom yang didapat dari pengamatan Bohr:

- Atom terdiri dari inti yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif di dalam suatu lintasan.
- Elektron bisa berpindah dari satu lintasan ke lintasan yang lain dengan menyerap atau memancarkan energi sehingga energi elektron atom itu tidak akan berkurang
- Jika berpindah ke lintasan yang lebih tinggi, elektron akan menyerap energi.
- Jika berpindah ke lintasan yang lebih rendah, elektron akan memancarkan energi.

Kedudukan elektron-elektron pada tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut kulit-kulit elektron.



Gambar 1.5 Model atom Niels Bohr

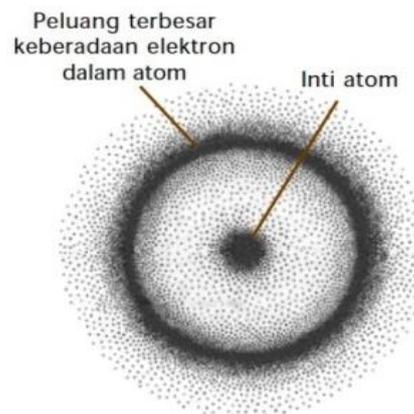
menunjukkan bahwa atom terdiri dari beberapa kulit. Kulit ini adalah tempat berpindahnya elektron. Kesimpulan yang diperoleh adalah selama elektron-elektron berada di lintasan energinya relatif tetap. Elektron-elektron yang berputar mengelilingi inti atom berada pada lintasan atau tingkat energi tertentu yang kemudian dikenal dengan sebutan kulit atom. Dasar inilah yang digunakan untuk menentukan konfigurasi elektron suatu atom. Namun model atom Bohr memiliki Kelemahan, yaitu :

- Adanya radius dan orbit. Ini tidak sesuai dengan Prinsip Ketidakpastian Heisenberg yang menyatakan radius tidak bisa ada bersamaan dengan orbit.
- Selain itu, model atom Bohr juga tidak menjelaskan Efek Zeeman. Efek Zeeman adalah ketika garis spektrum terbagi karena adanya medan magnet

5. Model Atom Mekanika Kuantum

Setelah abad ke-20, pemahaman mengenai atom makin terang benderang. Model atom modern yang kita yakini sekarang, telah disempurnakan oleh Erwin Schrodinger pada 1926. Schrodinger menjelaskan partikel tak hanya gelombang, melainkan gelombang probabilitas. Kulit-kulit elektron bukan kedudukan yang pasti dari suatu elektron, namun hanya suatu probabilitas atau kebolehjadian saja. Sebelumnya, Werner Heisenberg juga mengembangkan teori mekanika kuantum dengan prinsip ketidakpastian. Prinsip tersebut kurang lebih berbunyi: "Tidak mungkin dapat ditentukan kedudukan dan momentum suatu benda secara seksama pada saat bersamaan, yang dapat ditentukan adalah kebolehjadian menemukan elektron pada jarak tertentu dari inti atom." Awan elektron di sekitar inti menunjukkan tempat kebolehjadian ditemukannya elektron yang disebut orbital dimana orbital menggambarkan tingkat energi elektron. Orbital-orbital dengan tingkat energi yang sama atau nyaris sama akan membentuk sub-kulit. Kumpulan beberapa sub-kulit akan membentuk kulit. Dengan demikian, kulit terdiri dari beberapa sub-kulit, dan sub-kulit terdiri dari beberapa orbital.

Model atom dengan orbital lintasan elektron ini disebut sebagai model atom modern atau model atom mekanika kuantum yang berlaku hingga saat ini



Gambar 1.6 Orbital pada model atom mekanika kuantum

C. Rangkuman

Secara singkat Perkembangan model atom dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Dalton menyarankan bahwa atom adalah bagian terkecil dari materi yang tidak bisa dibagi-bagi lagi.
2. Thomson menyatakan bahwa atom adalah partikel positif dengan elektron yang tersebar di dalamnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PARTIKEL DASAR PENYUSUN ATOM

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan kalian memiliki kemampuan:

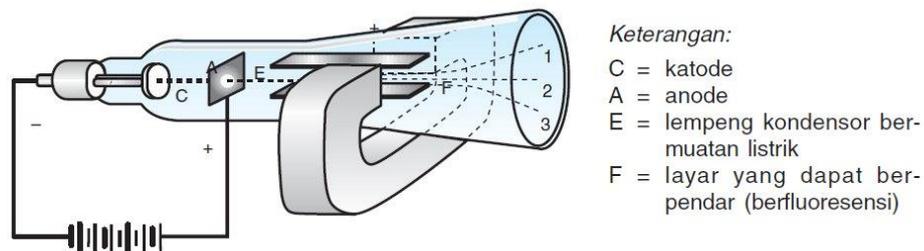
1. menjelaskan eksperimen yang mendukung penemuan elektron, inti atom, proton dan neutron
2. menentukan Notasi nuklida berdasarkan jumlah proton, elektron dan neutron
3. membandingkan perbedaan antara isotop, isobar dan isoton

B. Uraian Materi

Berdasarkan perkembangan teori atom yang sudah kalian pelajari sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa di dalam atom terdapat inti atom dan partikel-partikel yang menyusunnya. Partikel – partikel tersebut antara lain; elektron, proton dan neutron.

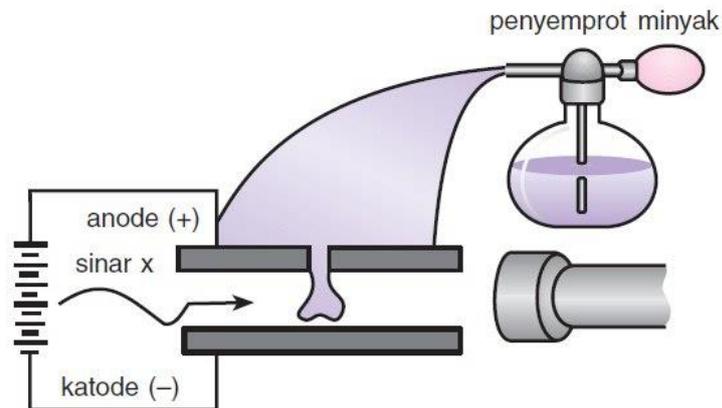
1. Penemuan Elektron

Pernahkah kalian memperhatikan tabung televisi? Tabung televisi merupakan tabung sinar katode. Percobaan tabung sinar katode pertama kali dilakukan oleh William Crookes (1875). Hasil eksperimennya yaitu ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katode menuju ke anode yang disebut sinar katode. George Johnstone Stoney (1891) yang mengusulkan nama sinar katode disebut “elektron”. Kelemahan dari Stoney tidak dapat menjelaskan pengaruh elektron terhadap perbedaan sifat antara atom suatu unsur dengan atom dalam unsur lainnya. Antoine Henri Becquerel (1896) menentukan sinar yang dipancarkan dari unsur-unsur radioaktif yang sifatnya mirip dengan elektron. Joseph John Thomson (1897) melanjutkan eksperimen William Crookes. yaitu pengaruh medan listrik dan medan magnet dalam tabung sinar katode.



Gambar 2.1 Percobaan Sinar Katoda J.J Thomson

Hasil percobaan J.J. Thomson menunjukkan bahwa sinar katode dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik. Hal ini membuktikan terdapat partikel bermuatan negatif dalam suatu atom. Besarnya muatan dalam elektron ditemukan oleh Robert Andrew Milikan (1908) melalui percobaan tetes minyak Milikan seperti gambar berikut.



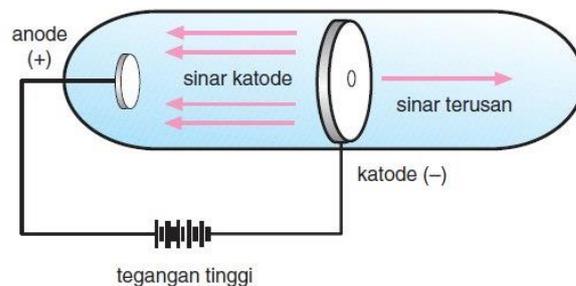
Gambar 2.2. Percobaan tetes Minyak Milikan

Minyak disemprotkan ke dalam tabung yang bermuatan listrik. Akibat gaya tarik gravitasi akan mengendapkan tetesan minyak yang turun. Apabila tetesan minyak diberi muatan negatif maka akan tertarik ke kutub positif medan listrik. Dari hasil percobaan Milikan dan Thomson diperoleh muatan elektron -1 dan massa elektron 0 , sehingga elektron dapat dilambangkan (${}_{-1}^0e$)

2. Penemuan Proton

Jika massa elektron 0 berarti suatu partikel tidak mempunyai massa. Namun pada kenyataannya partikel materi mempunyai massa yang dapat diukur dan atom bersifat atom itu netral. Bagaimana mungkin atom itu bersifat netral dan mempunyai massa, jika hanya ada elektron saja dalam atom?

Eugene Goldstein (1886) melakukan eksperimen dari tabung gas yang memiliki katode, yang diberi lubang - lubang dan diberi muatan listrik.



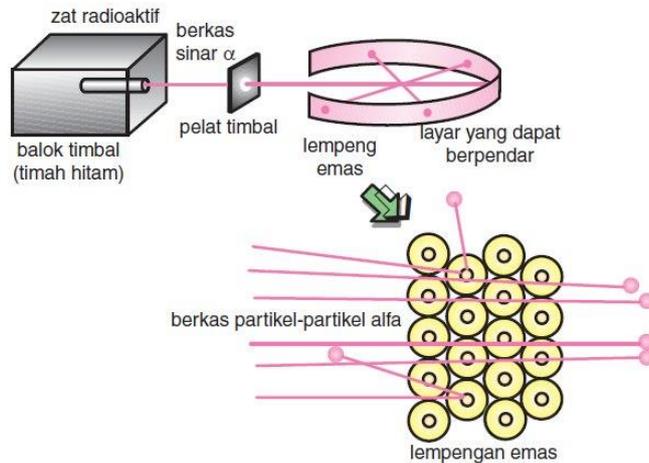
Gambar 2.3. Percobaan Goldstein

Hasil eksperimen tersebut membuktikan bahwa pada saat terbentuk elektron yang menuju anode, terbentuk pula sinar positif yang menuju arah berlawanan melewati lubang pada katode. Setelah berbagai gas dicoba dalam tabung ini, ternyata gas hidrogenlah yang menghasilkan sinar muatan positif yang paling kecil baik massa maupun muatannya, sehingga partikel ini disebut dengan proton. Massa proton = 1 sma (satuan massa atom) dan muatan proton = $+1$.

3. Penemuan Inti Atom

Setelah penemuan proton dan elektron, Ernest Rutherford melakukan penelitian penembakan lempeng tipis emas. Jika atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alfa yang ditembakkan seharusnya tidak ada yang

diteruskan/menembus lempeng sehingga muncullah istilah inti atom. Ernest Rutherford dibantu oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (1911) menemukan konsep inti atom didukung oleh penemuan sinar X oleh WC. Rontgen (1895) dan penemuan zat radioaktif (1896). Percobaan Rutherford dapat digambarkan sebagai berikut.

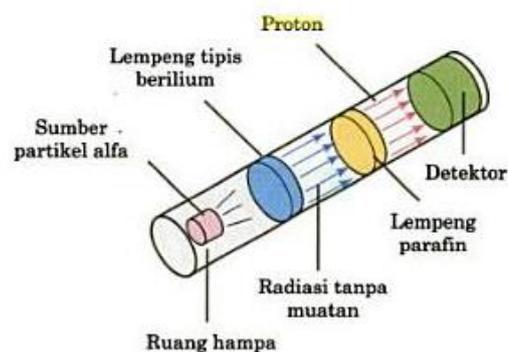


Gambar 2.4 Percobaan Penembakan Sinar Alfa Rutherford

Percobaan Rutherford, hamburan sinar alfa oleh lempeng emas. Hasil percobaan ini membuat Rutherford menyatakan hipotesisnya bahwa atom tersusun dari inti atom yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif, sehingga atom bersifat netral. Massa inti atom tidak seimbang dengan massa proton yang ada dalam inti atom, sehingga dapat diprediksi bahwa ada partikel lain dalam inti atom.

4. Penemuan Neutron

Prediksi dari Rutherford memacu W. Bothe dan H. Becker (1930) melakukan eksperimen penembakan partikel alfa pada inti atom berilium (Be) dan dihasilkan radiasi partikel berdaya tembus tinggi. Eksperimen ini dilanjutkan oleh James Chadwick (1932).



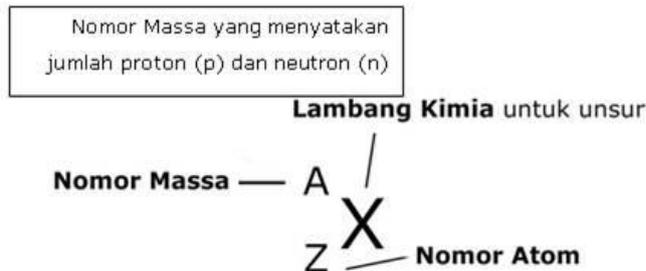
Gambar 2.5 Percobaan Chadwick

Chadwick mengamati bahwa berilium yang ditembak dengan partikel α memancarkan suatu partikel yang mempunyai daya tembus yang sangat tinggi dan tidak dipengaruhi oleh medan magnet maupun medan listrik. Partikel ini bersifat netral atau tidak bermuatan. Partikel ini kemudian diberi nama neutron dan dilambangkan dengan 1_0n

Sifat-sifat neutron adalah :

- Tidak bermuatan karena sinar neutron dalam medan listrik ataupun medan magnet tidak dibelokkan ke kutub positif dan negatif.
- Mempunyai massa yang hampir sama dengan massa atom, yaitu $1,675 \times 10^{-24}$ g atau 1,0087 sma.

5. Notasi Atom



a. Nomor Atom

Nomor atom menunjukkan jumlah muatan positif dalam inti (jumlah proton). menurut Hendry Moseley (1887-1915) jumlah muatan positif setiap unsur bersifat karakteristik. Jadi unsur yang berbeda akan mempunyai nomor atom yang berbeda. Untuk jumlah muatan positif (nomor atom) diberi lambang Z. Jika atom bersifat netral maka jumlah muatan positif (proton) sama dengan jumlah muatan negatif (elektron), jadi nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron. $Z = n_p = n_e$, dimana n = Jumlah. Jika atom membentuk ion maka Z tidak sama dengan ne.

Ion adalah atom yang bermuatan karena kekurangan elektron (ion positif) atau kelebihan elektron (ion negatif).

X^{n-} = Ion negatif dengan muatan -n

X^{n+} = Ion positif dengan muatan +n

b. Nomor Massa

Berdasarkan percobaan tetes Millikan ditemukan seperti tabel:

Nama Partikel	Lambang	Penemu (Tahun)	Muatan		Massa	
			Absolut (C=Coulomb)	Relatif	kg	sma
Proton	p	Eugene Goldstein (1886)	$+1,6022 \times 10^{-19}$	+1	$1,6022 \times 10^{-27}$	1,0073
Elektron	e	JJ. Thomson (1897)	$-1,6022 \times 10^{-19}$	-1	$9,1095 \times 10^{-31}$	$5,4859 \times 10^{-4}$
Neutron	n	James Chadwick (1932)	0	0	$1,6749 \times 10^{-27}$	10087

Tabel 2.1. Massa dan muatan proton, elektron dan neutron

Atom terdiri dari proton, neutron dan elektron. Massa atom = (massa p + massa n) + massa e. Dari tabel massa elektron jauh lebih kecil dibandingkan massa neutron dan proton, maka massa elektron diabaikan. dengan demikian massa

atom = massa p + massa n. Massa atom dinyatakan sebagai nomor massa dan dilambangkan A.

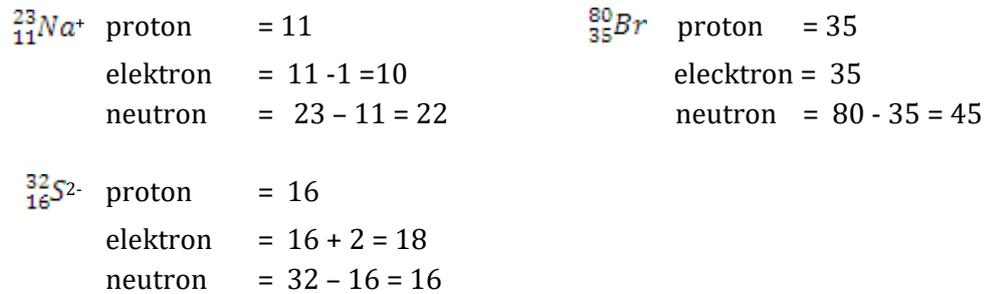
Z = nomor massa
n = jumlah neutron

$$A = Z + n$$

Sehingga

$$N = A - Z$$

Contoh :



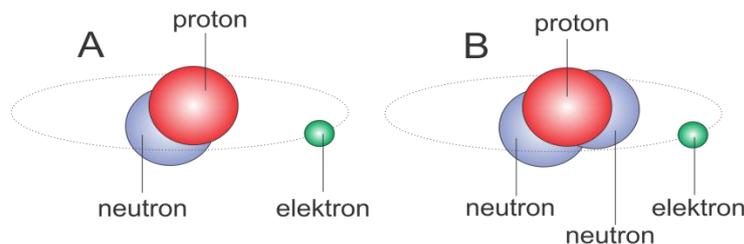
6. Isotop, Isobar dan Isoton

Dalam ilmu kimia dasar, kita akan menjumpai tiga istilah yakni isotop, isobar dan isoton. Apa itu? Apa maknanya? Nah, di halaman ini kita akan mempelajari ketiga istilah tersebut beserta contoh dan fungsinya.

Pembahasan tentang isotop, isobar dan isoton merupakan pembahasan dasar dalam ilmu kimia yang kita masukan dalam Bab 01 struktur atom. Silahkan buka kategori tersebut di dalam situs ini bila ingin melihat pembahasan sebelumnya.

a. Isotop

Isotop adalah atom-atom yang memiliki nomor atom yang sama namun memiliki nomor massa yang berbeda. Dengan kata lain sebuah unsur yang memiliki jumlah proton dan elektron sama dapat memiliki jumlah neutron yang berbeda, itulah yang dinamakan dengan isotop.



Gambar. Isotop pada atom Hidrogen (A) Deuterium, (B) Tritium (sumber: siswapedia.com)

Gambar 2.6 Isotop

Contoh :

Hidrogen memiliki isotop ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ (deuterium) dan ${}^3_1\text{H}$ (tritium)

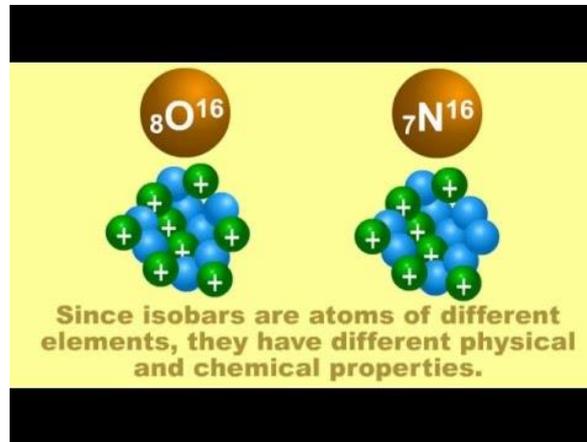
Oksigen memiliki isotop ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{17}_8\text{O}$ dan ${}^{18}_8\text{O}$

Karbon memiliki isotop ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$ dan ${}^{14}_6\text{C}$

Nitrogen memiliki isotop ${}^{14}_7\text{N}$ dan ${}^{15}_7\text{N}$

b. Isobar

Isobar adalah unsur atomnya berbeda namun memiliki nomor massa yang sama. Hal ini dinamakan isobar.



Gambar 2.7 Isobar

Contoh:

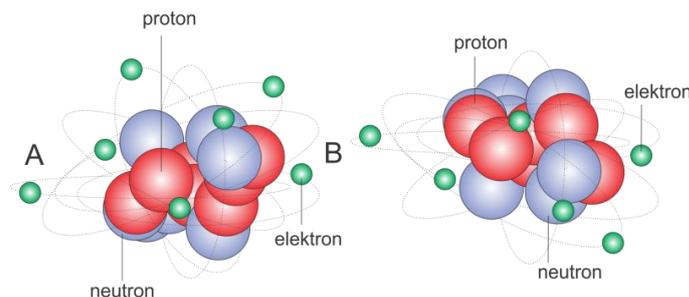
Natrium dan Magnesium dapat mempunyai nomor massa yang sama yaitu ${}_{11}^{24}\text{Na}$ dan ${}_{12}^{24}\text{Mg}$

Hidrogen dan Helium dapat mempunyai nomor massa yang sama yaitu ${}_{1}^3\text{H}$ dan ${}_{2}^3\text{He}$

Karbon dan Nitrogen dapat mempunyai nomor massa yang sama yaitu ${}_{6}^{14}\text{C}$ dan ${}_{7}^{14}\text{N}$

c. Isoton

Isoton adalah unsur - unsur berbeda namun memiliki jumlah neutron yang sama.



Gambar. Isoton pada atom (A) Nitrogen & (B) Karbon (sumber: siswapedia.com)

Gambar 2.8 Isoton

Contoh :

Hidrogen ${}_{1}^2\text{H}$ dan Helium ${}_{2}^3\text{He}$ mempunyai jumlah neutron sama yaitu 2.

Argon ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ dan Kalsium ${}_{20}^{42}\text{Ca}$ mempunyai jumlah neutron sama yaitu 22.

Nitrogen ${}_{7}^{14}\text{N}$ dan Karbon ${}_{6}^{13}\text{C}$ mempunyai jumlah neutron sama yaitu 7.

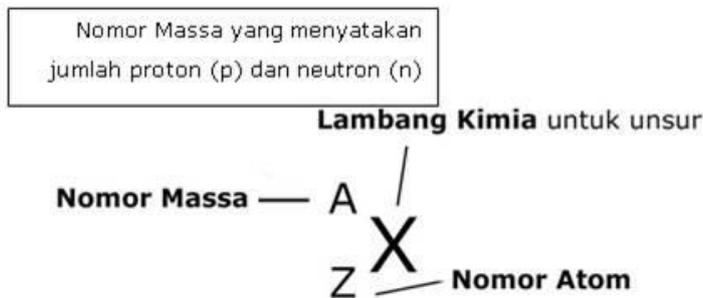
Natrium ${}_{11}^{23}\text{Na}$ dan Magnesium ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ mempunyai jumlah neutron sama yaitu 12.

C. Rangkuman

Atom demikian kecil sehingga tidak dapat dilihat walaupun dengan mikroskop. Akan tetapi sifat atom dapat dipelajari dari gejala yang timbul bila diberi medan listrik, medan magnet, atau cahaya. Dari gejala tersebut telah dibuktikan bahwa atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif karena didalamnya terdapat proton, dan neutron serta elektron yang mengelilingi inti atom yang disebut partikel dasar pembentuk atom.

1. Penemuan Elektron dilakukan oleh J.J Thomson dengan percobaan Tabung Sinar Katoda
2. Penemuan adanya inti atom dilakukan oleh Rutherford melalui percobaan Penembakan lempeng tipis logam dengan sinar alfa
3. Penemuan Proton dilakukan oleh Goldstein dengan percobaan Tabung Sinar Terusan
4. Penemuan Neutron dilakukan oleh James Chadwick dengan percobaan penembakan sinar alfa pada Berelium (Be)

Notasi Atom



Isotop adalah atom –atom yang mempunyai jumlah proton (nomor atom) sama. Isobar adalah atom – atom yang mempunyai nomor massa sama dan Isoton adalah atom – atom yang mempunyai jumlah neutron yang sama.

D. Penugasan Mandiri

1. Lengkapi tabel berikut

No	Isotop	Nomor Atom	Nomor Massa	Jumlah Neutron
1	${}^1_1\text{H}$			
	${}^2_1\text{H}$			
	${}^3_1\text{H}$			
2	${}^{12}_6\text{C}$			
	${}^{13}_7\text{C}$			
3	${}^{35}_{17}\text{Cl}$			
	${}^{37}_{17}\text{Cl}$			