

# STRUKTUR ATOM

**Mata Pelajaran** : Kimia  
**Kelas** : X (Sepuluh)  
**Nomor Modul** : Kim.X.02

Penulis : Niyata Sirat, S.Pd.  
Penyunting Materi : Drs. Ucu Cahyana, M.Si.  
Penyunting Media : Drs. Slamet Soetanto, M.Si.

# DAFTAR ISI

## PENDAHULUAN

Kegiatan Belajar 1: <b>MOLARITAS DAN PENGERTIAN LAJU REAKSI</b> .....	5
Petunjuk .....	5
Uraian Materi .....	5
A. Model Atom Dalton .....	
B. Model Atom JJ. Thomson.....	
C. Model Atom Rutherford.....	
D. Model Atom Niels Bohr .....	
TUGAS 1 .....	10
Kegiatan Belajar 2: <b>PERSAMAAN LAJU REAKSI</b> .....	13
Petunjuk .....	13
Uraian Materi .....	13
A. Penemuan elektron, proton dan neutron .....	
B. Nomor atom dan nomor massa .....	
C. Penentuan jumlah elektron, proton dan neutron.....	
D. Perbedaan isotop, isobar dan isoton .....	
TUGAS 2 .....	19
Kegiatan Belajar 3: <b>FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI</b> .....	23
Petunjuk .....	23
Uraian Materi .....	23
A. Elektron dalam tingkat energi .....	
B. Jumlah elektron maksimum dalam kulit .....	
C. Elektron valensi .....	
TUGAS 3 .....	31
<b>PENUTUP</b> .....	33
<b>KUNCI TUGAS</b> .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38

# PENDAHULUAN

*Anda telah mencapai modul ke dua, selamat!*

Anda telah mempelajari berbagai hal yang akan dikaji dalam Ilmu Kimia sebagai salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam pada modul sebelumnya. Salah satu hal yang dikaji adalah partikel penyusunan materi yaitu atom, molekul dan ion. Selanjutnya Anda telah mengetahui bahwa atom adalah partikel terkecil dari suatu zat yang sudah tidak dapat di bagi lagi.

Dalam modul Kim.X.02 ini, Anda akan mempelajari bahwa atom bukanlah partikel terkecil dari suatu zat, tetapi masih terdapat partikel lain penyusunan atom. Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan mencapai standar kompetensi tentang mendeskripsikan struktur atom dengan kompetensi dasar mengidentifikasi atom dan struktur atom. Standar kompetensi dan kompetensi dasar pada modul ini saling berkaitan dengan modul Kim.X.03 dan Kim.X.04, yaitu mendeskripsikan struktur atom, sifat-sifat periodik unsur dan ikatan kimia serta struktur molekul dan sifat-sifatnya, dengan kompetensi dasar mengidentifikasi atom, struktur atom, sifat-sifat unsur, massa, atom relatif dan sifat-sifat periodik dari tabel periodik. Karenanya, Anda dianjurkan untuk tidak melanjutkan ke modul Kim.X.03 sebelum memahami uraian materi pada modul ini.

Modul ini terdiri dari tiga kegiatan belajar. Kegiatan belajar pertama akan menguraikan tentang perkembangan model atom. Selanjutnya kegiatan belajar kedua akan menguraikan tentang penemuan elektron, proton dan netron; nomor atom dan nomor massa; jumlah proton, elektron dan netron dalam atom; serta perbedaan isotop, isobar dan isoton. Kegiatan belajar ketiga akan menerangkan tentang konfigurasi elektron dan atom serta elektron valensi.

Selanjutnya, untuk membantu Anda dalam memahami materi dalam modul Kim.X.02 ini, ikuti petunjuk belajar ini:

- Bacalah setiap penjelasan pada tiap-tiap kegiatan dengan baik.
- Kerjakanlah latihan dan kegiatan serta tes mandiri yang ada pada modul ini secara mandiri atau kelompok, kemudian cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban yang ada pada modul ini.
- Setelah Anda mengerjakan sendiri tes mandiri tersebut, diskusikanlah dengan teman-teman dan guru bina.

- Jika Anda belum menguasai 70% dari setiap kegiatan, maka ulangi kembali langkah-langkah di atas dengan seksama.
- Untuk mempelajari modul ini, Anda sebaiknya menyediakan waktu paling sedikit 270 menit.

*Selamat mempelajari modul ini.*

*Semoga Anda berhasil.*

*Dengan ketekunan dan kesabaran keberhasilan akan dapat Anda capai.*

## PERKEMBANGAN MODEL ATOM



Membandingkan perkembangan teori atom mulai dari teori atom Dalton hingga teori atom Niels Bohr



Anda telah mengetahui beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari. Unsur dapat mengalami perubahan materi yaitu perubahan kimia. Ternyata perubahan kimia ini disebabkan oleh partikel terkecil dari unsur tersebut. Partikel terkecil inilah yang kemudian dikenal sebagai atom.

Seandainya Anda memotong satu butir beras menjadi dua bagian, kemudian dipotong lagi menjadi dua bagian dan seterusnya hingga tidak dapat lagi. Bagian terkecil yang tidak dapat lagi, inilah awal mulanya berkembangnya konsep atom.

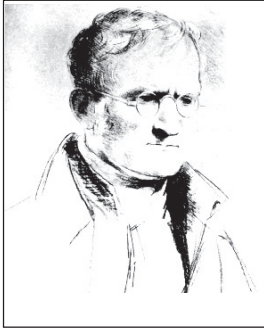
Konsep atom itu dikemukakan oleh Demokritos yang tidak didukung oleh eksperimen yang meyakinkan, sehingga tidak dapat diterima oleh beberapa ahli ilmu pengetahuan dan filsafat.

Pengembangan konsep atom-atom secara ilmiah dimulai oleh John Dalton (1805), kemudian dilanjutkan oleh Thomson (1897), Rutherford (1911) dan disempurnakan oleh Bohr (1914).

Hasil eksperimen yang memperkuat konsep atom ini menghasilkan gambaran mengenai susunan partikel-partikel tersebut di dalam atom. Gambaran ini berfungsi untuk memudahkan dalam memahami sifat-sifat kimia suatu atom.

Gambaran susunan partikel-partikel dasar dalam atom disebut model atom. Marilah kita pelajari satu persatu masing-masing konsep/model atom tersebut.

## 1. Model Atom Dalton



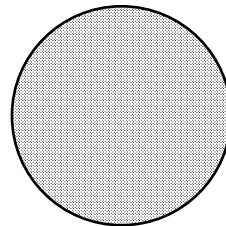
*John Dalton*

**John Dalton** mengemukakan hipotesa tentang atom berdasarkan hukum kekekalan massa (Lavoisier) dan hukum perbandingan tetap (Proust).

Teori yang diusulkan Dalton:

- a. Atom merupakan bagian terkecil dari materi yang sudah tidak dapat dibagi lagi.
- b. Atom digambarkan sebagai bola pejal yang sangat kecil, suatu unsur memiliki atom-atom yang identik dan berbeda untuk unsur yang berbeda.
- c. Atom-atom bergabung membentuk senyawa dengan perbandingan bilangan bulat dan sederhana. Misalnya air terdiri atom-atom hidrogen dan atom-atom oksigen.
- d. Reaksi kimia merupakan pemisahan atau penggabungan atau penyusunan kembali dari atom-atom, sehingga atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

Hipotesa Dalton digambarkan dengan model atom sebagai bola pejal seperti ada tolak peluru.



*Gambar 1. Model atom Dalton, seperti bola pejal*

Teori atom Dalton tidak dapat menerangkan suatu larutan dapat menghantarkan listrik. Bagaimana mungkin suatu bola pejal dapat menghantarkan listrik, padahal listrik adalah elektron yang bergerak. Berarti ada partikel lain yang dapat menyebabkan terjadinya daya hantar listrik.

## 2. Model Atom Thomson



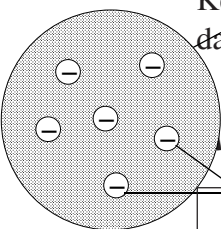
*JJ. Thomson*

Kelemahan dari Dalton diperbaiki oleh **JJ. Thomson**, eksperimen yang dilakukannya tabung sinar katoda. Hasil eksperimennya menyatakan ada partikel bermuatan negatif dalam atom yang disebut elektron.

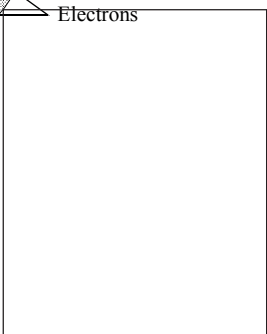
Thomson mengusulkan model atom seperti roti kismis atau kue onde-onde. Suatu bola pejal yang permukaannya dikelilingi elektron dan partikel lain yang bermuatan positif sehingga atom bersifat netral.

*Gambar 2. Model atom Thomson seperti roti kismis*

Kelemahan model Thomson ini tidak dapat menjelaskan susunan muatan positif dan negatif dalam bola atom tersebut.



### Model Atom Rutherford

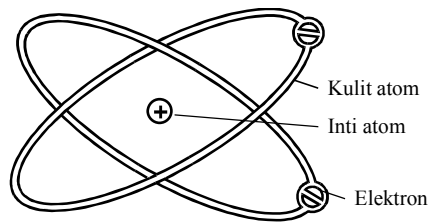


*Rutherford*

Eksperimen yang dilakukan **Rutherford** adalah penembakan lempeng tipis dengan partikel alpha. Ternyata partikel itu ada yang diteruskan, dibelokkan atau dipantulkan. Berarti di dalam atom terdapat susunan-susunan partikel bermuatan positif dan negatif.

Hipotesa dari Rutherford adalah atom yang tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilinginya. Inti atom bermuatan positif dan massa atom terpusat pada inti atom.

Model atom Rutherford seperti tata surya.



*Gambar 3. Model atom Rutherford seperti tata surya*

Kelemahan dari Rutherford tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke dalam inti atom. Berdasarkan teori fisika, gerakan elektron mengitari inti ini disertai pemancaran energi sehingga lama - kelamaan energi elektron akan berkurang dan lintasannya makin lama akan mendekati inti dan jatuh ke dalam inti

Ambilah seutas tali dan salah satu ujungnya Anda ikatkan sepotong kayu sedangkan ujung yang lain Anda pegang. Putarkan tali tersebut di atas kepala Anda. Apa yang terjadi? Benar.

Lama kelamaan putarannya akan pelan dan akan mengenai kepala Anda karena putarannya lemah dan Anda pegal memegang tali tersebut.

Karena Rutherford adalah telah dikenalkan lintasan/kedudukan elektron yang nanti disebut dengan kulit.

#### **4. Model Atom Niels Bohr**

Kelemahan dari Rutherford diperbaiki oleh Niels Bohr dengan percobaannya menganalisa spektrum warna dari atom hidrogen yang berbentuk garis.

##### **Hipotesis Bohr adalah;**

- a. Atom terdiri dari inti yang bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif di dalam suatu lintasan.
- b. Elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke yang lain dengan menyerap atau memancarkan energi sehingga energi elektron atom itu tidak akan berkurang.

Jika berpindah lintasan ke lintasan yang lebih tinggi maka elektron akan menyerap energi. Jika beralih ke lintasan yang lebih rendah maka akan memancarkan energi.

Model atom Bohr digambarkan sebagai berikut



**Gambar 4.** Model atom Bohr

Kelebihan atom Bohr adalah bahwa atom terdiri dari beberapa kulit untuk tempat berpindahnya elektron.

Kelemahan model atom ini adalah: tidak dapat menjelaskan spektrum warna dari atom berelektron banyak. Sehingga diperlukan model atom yang lebih sempurna dari model atom Bohr.

Apakah Anda sudah memahami uraian materi pada kegiatan belajar 1 ini?

Silahkan Anda kerjakan latihan berikut ini untuk mengetahui pemahaman materi yang telah dipelajari.



### LATIHAN

1. Sebutkan kelebihan dan kelemahan dari masing-masing model atom dari mulai model atom Dalton sampai dengan model atom Niels Bohr.
2. Gambarkan masing-masing model atom dari mulai model atom Dalton sampai dengan model atom Niels Bohr

Cobalah Anda jawab terlebih dahulu pertanyaan tersebut. Setelah itu jawaban dari pertanyaan ini dapat Anda lihat berikut ini:

## KUNCI LATIHAN

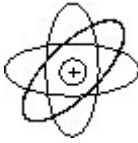
1. Kelebihan dan kelemahan dari masing-masing model atom dari mulai model atom Dalton sampai dengan model atom Niels Bohr.

Model Atom	Kelebihan	Kelemahan
Menurut Dalton seperti bola pejal	Mulai membangkitkan minat terhadap penelitian mengenai model atom	Tidak menerangkan hubungan antara larutan senyawa dan daya hantar arus listrik, jika atom merupakan bagian terkecil dari suatu unsur dan tidak dapat dibagi lagi
Menurut Thomson seperti roti kismis	Membuktikan adanya partikel lain yang bermuatan negatif dalam atom. Berarti atom bukan merupakan bagian terkecil dari suatu unsur. Selain itu juga memastikan bahwa atom tersusun dari partikel yang bermuatan positif dan negatif untuk membentuk atom netral. Juga membuktikan bahwa elektron terdapat dalam semua unsur	Belum dapat menerangkan bagaimana susunan muatan positif dalam bola dan jumlah elektron
Rutherford seperti planet bumi mengelilingi matahari	Membuat hipotesa bahwa atom tersusun dari inti atom dan elektron yang mengelilingi inti	Model tersebut tidak dapat menerangkan mengapa elektron tidak pernah jatuh ke dalam inti sesuai dengan teori fisika klasik
Niels Bohr seperti bola, dengan inti atom yang dikelilingi sejumlah elektron	Mampu membuktikan adanya lintasan elektron untuk atom hidrogen	Hanya dapat menerangkan atom-atom yang memiliki elektron tunggal seperti gas hidrogen, tetapi tidak dapat menerangkan spektrum warna dari atom-atom yang memiliki banyak elektron

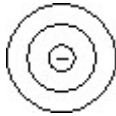
2. Gambar model atom mulai dari Thomson sampai Niels Bohr adalah...



Model atom Thomson



Model atom Rutherford



Model atom Niels Bohr

Apakah jawaban Anda telah cocok dengan penyelesaian yang diberikan?

Jika belum, pelajari kembali materi tersebut!

Jika sudah, silahkan Anda mengerjakan Tugas 1 tanpa melihat kembali uraian materi yang sudah Anda pelajari!



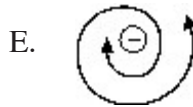
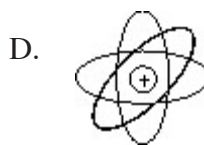
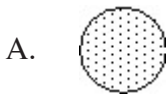
## TUGAS 1

1. Gambaran susunan partikel-partikel dasar dalam atom disebut...
  - A. Konsep atom
  - B. Model atom
  - C. Teori atom
  - D. Definisi atom
  - E. Sejarah atom
2. Pernyataan berikut yang bukan tentang teori atom Dalton adalah...
  - A. Atom adalah bagian terkecil dari materi yang tidak dapat dibagi lagi
  - B. Atom tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan
  - C. Atom dari unsur yang berbeda dapat bergabung membentuk senyawa
  - D. Reaksi kimia melibatkan pemisahan atau penggabungan atau penyusunan kembali atom-atom
  - E. Atom digambarkan sebagai roti kismis
3. Kelemahan model atom Dalton adalah tidak dapat menerangkan...
  - A. Atom berelektron banyak
  - B. Hubungan larutan senyawa dengan daya hantar listrik
  - C. Elektron tidak jatuh ke inti
  - D. Susunan muatan positif dalam atom
  - E. Adanya lintasan elektron
4. Eksperimen yang mendukung untuk menjelaskan model atom adalah...
  - A. Penemuan tabung sinar katoda, model atom Thomson
  - B. Penemuan radio aktif, model atom Niels Bohr
  - C. Spektrum warna, model atom Rutherford
  - D. Penemuan elektron, model atom Rutherford
  - E. Penemuan teori fisika klasik, model atom Thomson
5. Konsep inti atom pertama kali dikemukakan oleh...
  - A. Dalton
  - B. Thomson
  - C. Rutherford
  - D. Niels Bohr
  - E. Max Planck

6. Percobaan atau eksperimen yang mendasari model atau Rutherford adalah...
- A. Tabung crookes
  - B. Tabung gas katoda
  - C. Percobaan tetes minyak
  - D. Penghamburan sinar alpha
  - E. Penembakan inti atom dengan partikel alpha

7. Percobaan spektrum warna dilakukan oleh...
- A. Dalton
  - B. Thomson
  - C. Rutherford
  - D. Niels Bohr
  - E. Max Planck

8. Gambar model atom Niels Bohr adalah...



9. Spektrum garis hanya dimiliki oleh...
- A. Atom-atom berelektron tunggal
  - B. Atom-atom berelektron banyak
  - C. Atom yang berpindah lintasan
  - D. Elektron yang mengelilingi inti atom
  - E. Elektron yang berpindah lintasan

10. Konsep kulit atom dikemukakan oleh...

- A. Dalton
- B. Thomson
- C. Rutherford
- D. Niels Bohr
- E. Max Planck

Jika Anda sudah selesai mengerjakan Tugas 1 ini, silahkan cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban di akhir modul ini.

Berapa jumlah jawaban benar yang Anda peroleh?

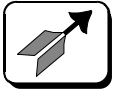
Jika masih kurang dari 7, pelajailah kembali Kegiatan Belajar 1!

Silahkan lanjutkan ke Kegiatan Belajar 2, jika jawaban benar yang diperoleh lebih dari 7.

Selamat!

Anda telah menyelesaikan Kegiatan Belajar 1 ini dengan baik.

## PARTIKEL DASAR PENYUSUN ATOM



1. Menentukan jumlah proton, elektron dan neutron suatu unsur berdasarkan nomor atom dan nomor massa atau sebaliknya.
2. Menentukan isotop, isobar dan isoton suatu unsur.



***Sudah siapkah Anda memulai Kegiatan Belajar 2.***

Kegiatan Belajar 2 ini, akan mempelajari percobaan atau eksperimen untuk menentukan partikel dasar penyusun atom dan jumlah masing-masing partikel dasar dalam setiap atom serta isotop, isobar dan isoton suatu unsur.

Marilah kita bahas satu persatu.

### A. Partikel Dasar Penyusun Atom

Perkembangan model yang didasari oleh hasil eksperimen menghasilkan data partikel dasar penyusun atom, seperti Tabel 1:

Nama Partikel	Lambang	Penemu (Tahun)	Muatan		Massa	
			Absolut (C=Coulomb)	Relatif	kg	sma
Proton	p	Eugene Goldstein (1886)	$+1,6022 \times 10^{-19}$	+1	$1,6726 \times 10^{-27}$	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 1. Partikel Dasar Penyusunan Atom*

## 1. Elektron

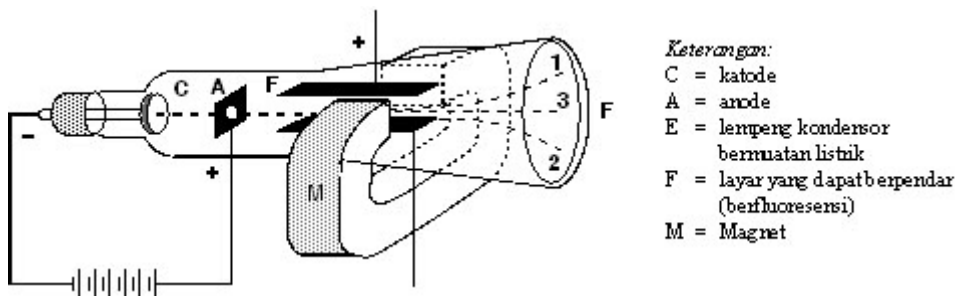
Pernahkah Anda memperhatikan Tabung Televisi?  
Tabung Televisi merupakan tabung sinar katoda.

Percobaan tabung sinar katoda pertama kali dilakukan William Crookes (1875). Hasil eksperimennya adalah ditemukannya seberkas sinar yang muncul dari arah katoda menuju ke anoda yang disebut sinar katoda.

George Johnstone Stoney (1891) yang memberikan nama sinar katoda disebut “elektron”. Kelemahan dari Stoney tidak dapat menjelaskan pengertian atom dalam suatu unsur memiliki sifat yang sama sedangkan unsur yang berbeda akan memiliki sifat berbeda, padahal keduanya sama-sama memiliki elektron.

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 katoda.



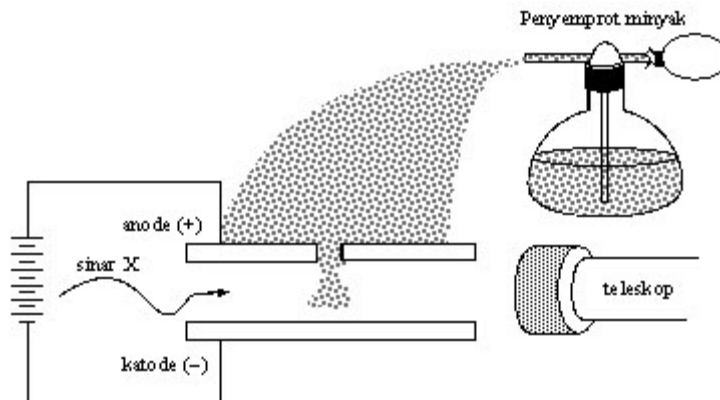
*Keterangan:*

- Jika hanya ada medan listrik, berkas sinar katode dibelokkan ke atas (titik 1)
- Jika hanya medan magnet, berkas sinar katode dibelokkan ke bawah (titik 2)
- Jika tidak ada medan listrik dan medan magnet, sinar katode bergerak lurus (titik 3)

*Gambar 5. Pembelokkan sinar katoda oleh medan listrik*

Hasil percobaannya membuktikan bahwa ada partikel bermuatan negatif dalam suatu atom karena sinar tersebut dapat dibelokkan ke arah kutub positif medan listrik.

Besarnya muatan dalam elektron ditemukan oleh Robert Andrew Milikan (1908) melalui percobaan tetes minyak Milikan seperti gambar 6:



*Gambar 6. Diagram percobaan tetes minyak Milikan*

Minyak disemprotkan ke dalam tabung yang bermuatan listrik. Akibat gaya tarik gravitasi akan mengendapkan tetesan minyak yang turun. Bila tetesan minyak diberi muatan negatif maka akan tertarik ke kutub positif medan listrik.

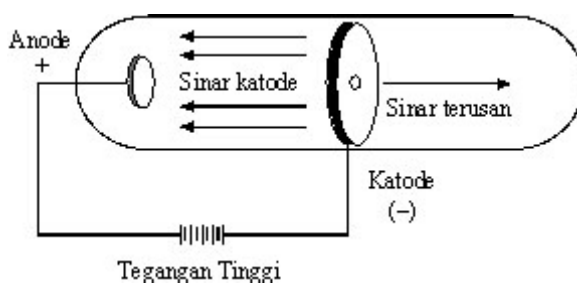
Hasil percobaan Milikan dan Thomson diperoleh muatan elektron  $-1$  dan massa elektron  $0$ , sehingga elektron dapat dilambangkan ( $e^-$ )

## 2. Proton

Jika massa elektron  $0$  berarti suatu partikel tidak mempunyai massa padahal partikel materi mempunyai massa yang dapat diukur. Begitu pula kenyataan bahwa atom itu netral.

Bagaimana mungkin atom itu bersifat netral dan mempunyai, jika hanya ada elektron saja dalam atom?

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



*Gambar 7. Percobaan Goldstein untuk mempelajari partikel positif*

Ternyata pada saat terbentuk elektron yang menuju anoda terbentuk pula sinar positif yang menuju arah berlawanan melewati lubang pada katoda.

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.

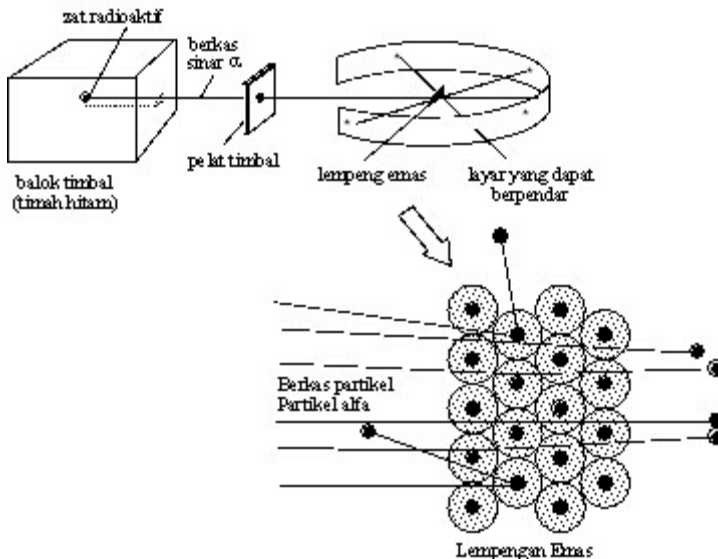
Massa proton = 1 sma (satuan massa atom) dan muatan proton = +1.

### 3. Inti atom

Setelah penemuan proton dan elektron, Ernest Rutherford melakukan penelitian penembakan lempeng tipis. Jika atom terdiri dari partikel yang bermuatan positif dan negatif maka sinar alpha 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 8. Percobaan Rutherford, hamburan sinar alpha 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. Untuk mengimbangnya 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. Neutron

Prediksi dari Rutherford memacu W. Bothe dan H. Becker (1930) melakukan eksperimen penembakan partikel alpha pada inti atom berilium (Be). Ternyata dihasilkan radiasi partikel berdaya tembus tinggi.

Eksperimen ini dilanjutkan oleh James Chadwick (1932). Ternyata partikel yang menimbulkan radiasi berdaya tembus tinggi itu bersifat netral atau tidak bermuatan dan massanya hampir sama dengan proton. Partikel ini disebut neutron dan dilambangkan dengan  ${}^1_0\text{n}$ .



#### LATIHAN

Cobalah jawab soal latihan ini untuk mengukur kemampuan Anda memahami partikel penyusun atom.

1. Jelaskan siapa penemu proton, neutron dan elektron
2. Jelaskan bagaimana percobaan Rutherford dapat membawa kepada penemuan neutron

***Apakah jawaban Anda seperti berikut ini!***

Cobalah Anda jawab dahulu pertanyaan di atas. Setelah itu jawaban dari pertanyaan ini dapat Anda lihat di bawah ini.

#### KUNCI LATIHAN

1. Penemu:  
*Proton* adalah **Eugene Goldsmith** (1886)  
*Neutron* adalah **James Chadwick** (1932)  
*Elektron* adalah **JJ. Thomson** (1897)
2. Percobaan yang dilakukan lebih lanjut oleh **Rutherford**, berhasil menetapkan massa muatan positif inti atom, yang ternyata lebih kecil dari pada massa inti atom. Ini menunjukkan bahwa ada partikel lain yang tidak bermuatan yang juga membentuk inti atom. Percobaan ini ditindak lanjuti oleh **James Chadwick** (1932), yang memastikan bahwa partikel lain pada inti atom tersebut adalah neutron.

Samakah jawaban Anda?

Jika sama, maka Anda benar.

Silahkan lanjutkan, jika belum bacalah kembali uraian materi tersebut.

## B. Nomor Atom dan Nomor Massa

Suatu atom memiliki sifat dan massa yang khas satu sama lain. Dengan penemuan partikel penyusun atom dikenal istilah nomor atom ( $Z$ ) dan nomor massa ( $A$ ).

### 1. Nomor Atom ( $Z$ )

Jumlah proton dalam suatu atom disebut nomor atom yang diberikan lambang  $Z$ . Nomor atom ini merupakan ciri khas suatu unsur, karena atom bersifat netral maka jumlah proton sama dengan jumlah elektronnya. Sehingga nomor atom juga menunjukkan jumlah elektron.

Elektron inilah yang nantinya paling menentukan sifat suatu unsur. Nomor atom ditulis agak ke bawah sebelum lambang unsur. Atom oksigen mempunyai 8 proton dan 8 elektron sehingga nomor atomnya 8.

### 2. Nomor Massa ( $A$ )

Seperti diuraikan sebelumnya massa elektron sangat kecil, dianggap nol. Sehingga massa atom ditentukan oleh inti atom yaitu proton dan neutron.

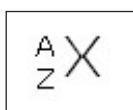
Nomor massa ditulis agak ke atas sebelum lambang unsur. Atom oksigen mempunyai nomor atom 8 dan nomor massa 16, sehingga atom oksigen mengandung 8 proton dan 8 neutron.

$$\text{Nomor Massa (A)} = \text{Jumlah proton} + \text{Jumlah neutron}$$

Atau

$$\text{Jumlah neutron} = \text{Nomor massa} - \text{Nomor atom}$$

Penulisan lambang atom unsur menyertakan nomor atom dan nomor massa.



dimana:

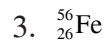
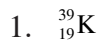
$A$  = nomor massa

$Z$  = nomor atom

$X$  = lambang unsur

Contoh:

Hitunglah jumlah proton, elektron dan neutron dari unsur berikut:



Jawab:

1.  ${}^{39}_{19}\text{K}$     Jumlah proton = 19  
                  Jumlah elektron = 19    } sama dengan nomor atom  
                  Jumlah neutron =  $39 - 19 = 20$

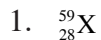
2.  ${}^{56}_{26}\text{Al}$     Jumlah proton = 13  
                  Jumlah elektron = 13  
                  Jumlah neutron =  $27 - 13 = 14$

3.  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$     Jumlah proton = 26  
                  Jumlah elektron = 26  
                  Jumlah neutron =  $56 - 26 = 30$

## LATIHAN

1. Tulislah lambang atom suatu unsur yang mempunyai nomor massa 52 dan nomor atom 24.
2. Tentukan nomor atom dan nomor massa serta lambang dari atom yang mengandung:
  - a. 28 proton dan 31 neutron
  - b. 4 proton dan 5 neutron

## KUNCI LATIHAN



2. a. Nomor atom =  $Z = \text{Jumlah proton} = 28$   
      Nomor massa =  $A = 28 + 31 = 59$

      Lambang unsur  ${}^{59}_{28}\text{X}$

b. Nomor atom =  $Z = 4$

      Nomor massa =  $A = 4 + 5 = 9$

      Lambang unsur =  ${}^9_4\text{X}$

Sudah benarkah jawaban Anda?

Jika belum, jangan berputus asa untuk mempelajari kembali materi tersebut.

Jika sudah, silahkan lanjutkan ke materi berikutnya.

### C. Isotop, Isoton dan Isobar

Setelah penulisan lambang atom unsur dan penemuan partikel penyusun atom, ternyata ditemukan adanya unsur-unsur yang memiliki jumlah proton yang sama tetapi memiliki massa atom yang sama dan ada pula unsur-unsur yang memiliki jumlah neutron sama atau massa atom yang sama tetapi nomor atom berbeda.

Untuk itu dikenalkanlah istilah isotop, isoton dan isobar.

#### 1. Isotop

Atom yang mempunyai nomor atom yang sama tetapi memiliki nomor massa yang berbeda disebut dengan isotop.

Contoh:

	${}^14_7\text{N}$	${}^{15}_7\text{N}$
p = 7	p = 7	p = 7
e = 7	e = 7	e = 7
n = 6	n = 7	n = 8

Setiap isotop satu unsur memiliki sifat kimia yang sama karena jumlah elektronnya sama.

Isotop-isotop unsur ini dapat digunakan untuk menentukan massa atom relatif (Ar), atom tersebut berdasarkan kelimpahan isotop dan massa atom semua isotop.

Contoh:

Oksigen di alam terdiri dari 3 isotop dengan kelimpahan sebagai berikut

${}^{16}_8\text{O}$	${}^{17}_8\text{O}$	${}^{18}_8\text{O}$
(99,76%)	(0,04%)	(0,20%)

Hitunglah massa atom rata-rata (Ar) dari unsur oksigen ini?

Jawab:

$$Ar = \frac{(99,76 \times 16) + (0,04 \times 17) + (0,20 \times 18)}{100}$$

$$Ar = 15,999$$

$$Ar \approx 16$$

## LATIHAN

Kerjakanlah soal berikut:

- Besi terdiri dari 4 isotop yaitu  ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ ,  ${}_{26}^{57}\text{Fe}$ ,  ${}_{26}^{58}\text{Fe}$ . Hitunglah nomor atom unsur tersebut!

**Jawab** = 55,85

Apakah jawaban Anda seperti itu?

Jika demikian Anda benar.

Silahkan lanjutkan!

## 2. Isoton

Seperti yang sudah kita pelajari sebelumnya, bahwa neutron adalah selih antara nomor massa dengan nomor atom; maka isoton tidak dapat terjadi untuk unsur yang sama.

## 3. Isobar

Isobar adalah unsur-unsur yang memiliki nomor massa yang sama. Adanya isotop yang membuat adanya isobar.

Isotop  ${}_{6}^{12}\text{C}$        ${}_{6}^{13}\text{C}$        ${}_{6}^{13}\text{C}$       dan

Isotop  ${}_{7}^{13}\text{N}$        ${}_{7}^{14}\text{N}$        ${}_{7}^{15}\text{N}$

Sehingga antara  ${}_{6}^{13}\text{C}$  dan  ${}_{7}^{13}\text{N}$  merupakan isoton.

${}_{26}^{54}\text{Fe}$



## LATIHAN

Berikut ini terdapat beberapa lambang atom unsur.



Sebutkan yang termasuk

- Isotop
- Isoton
- Isobar

Cocokkan jawaban Anda dengan jawaban berikut ini:

### KUNCI LATIHAN

Isotop :  ${}^{16}_8\text{O}$  dan  ${}^{15}_8\text{O}$  atau  ${}^{15}_7\text{N}$  dan  ${}^{14}_7\text{N}$

Isoton :  ${}^{19}_9\text{F}$  dan  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$  atau  ${}^{14}_7\text{N}$  dan O

Isobar :  ${}^{15}_7\text{N}$  dan  ${}^{15}_8\text{O}$

Sudah cocokkah jawaban Anda?

Jika belum, pelajari kembali uraian materi tersebut.

Jika sudah, lanjutkan menyelesaikan Tugas 2

## TUGAS 2

1. Penemu elektron adalah...
  - A. JJ. Thomson
  - B. James Chadwick
  - C. Stoney
  - D. Goldstein
  - E. Goldsmith
2. Penemu proton adalah...
  - A. JJ. Thomson
  - B. James Chadwick
  - C. Stoney
  - D. Goldstein
  - E. Goldsmith
3. Eksperimen tabung sinar katoda menghasilkan...
  - A. Penemuan elektron
  - B. Penemuan massa elektron
  - C. Penemuan muatan elektron
  - D. Penemuan massa proton
  - E. Penemuan muatan proton
4. Eksperimen tetes minyakoleh Millikan untuk menentukan...
  - A. Massa elektron
  - B. Muatan elektron
  - C. Massa proton
  - D. Muatan proton
  - E. Massa neutron
5. Lambang partikel penyusun atom yang benar adalah...
  - A.  ${}^1_0\text{p}$
  - B.  ${}^0_1\text{n}$
  - C.  ${}^1_0\text{n}$
  - D.  ${}^0_1\text{e}$
  - E.  ${}^1_0\text{e}$
6. Nomor massa dari atom yang mengandung 5 buah proton dan 6 neutron adalah...
  - A. 5
  - B. 6
  - C. 11
  - D. 16
  - E. 17
7. Pernyataan yang tepat untuk unsur dengan lambang atom Fe adalah...
  - A.  $p = 26,$      $e = 26,$      $n = 56$
  - B.  $p = 26,$      $e = 30,$      $n = 56$
  - C.  $p = 26,$      $e = 30,$      $n = 26$
  - D.  $p = 26,$      $e = 26,$      $n = 26$
  - E.  $p = 26,$      $e = 26,$      $n = 30$

8. Atom dengan nomor atom 24 dan nomor massa 52 mempunyai neutron sebanyak...
- A. 24  
B. 28  
C. 48  
D. 52  
E. 76
9. Berikut ini yang bukan merupakan isotop adalah...
- A.  $^{12}_{10}\text{Ne}$  dan  $^{12}_{10}\text{Ne}$   
B.  $^{182}_{74}\text{W}$  dan  $^{186}_{74}\text{W}$   
C.  $^{12}_6\text{C}$  dan  $^{12}_6\text{C}$   
D.  $^{12}_6\text{C}$  dan  $^{14}_7\text{N}$   
E.  $^{24}_{11}\text{Na}$  dan  $^{24}_{11}\text{Na}$
10. Unsur Galium mempunyai dua isotop yaitu  $^{69}\text{Ga}$  dan  $^{71}\text{Ga}$ . Jika diketahui bahwa 3 dari lima atom Galium adalah  $^{69}\text{Ga}$ , maka massa atom relatif (Ar), Galium adalah...
- A. 68  
B. 69,8  
C. 69,0  
D. 70,0  
E. 71,0

Cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban Tugas 2 di akhir modul ini.

Berapa jumlah jawaban Anda yang benar?

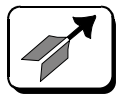
Jika masih kurang dari 7, pelajailah kembali Kegiatan Belajar 2.

Jika sudah, silahkan lanjutkan ke Kegiatan Belajar 3.

Selamat!

Anda telah menyelesaikan Kegiatan Belajar 2!

## KONFIGURASI ELEKTRON



1. Menentukan struktur atom berdasarkan tabel periodik
2. Menentukan elektron valensi unsur dari konfigurasi elektron dan tabel periodik



Selamat! Anda telah sampai pada Kegiatan Belajar 3 yang merupakan akhir dari modul Kim.X.2 ini.

Kegiatan Belajar 3 ini akan membahas tentang model atom yang dikemukakan oleh Bohr yaitu kulit atom dan susunan (konfigurasi) elektron pada masing-masing kulit serta elektron yang berada pada kulit paling luar.

Susunan elektron pada masing-masing kulit dikenal sebagai konfigurasi elektron dan elektron yang berada pada kulit luar disebut elektron valensi.

Marilah kita pelajari satu persatu.

### A. Konfigurasi Elektron

Konfigurasi (susunan) elektron suatu atom berdasarkan kulit-kulit atom tersebut. Setiap kulit atom dapat terisi elektron maksimum  $2n^2$ , dimana  $n$  adalah kulit ke berapa.

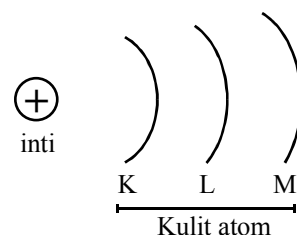
Jika  $n = 1$  maka berisi 2 elektron

Jika  $n = 2$  maka berisi 8 elektron

Jika  $n = 3$  maka berisi 18 elektron

dan seterusnya.

Lambang kulit dimulai dari K, L, M, N dan seterusnya dimulai dari dekat dengan inti



Elektron disusun sedemikian rupa pada masing-masing kulit dan diisi maksimum sesuai daya tampung kulit tersebut. Jika masih ada sisa elektron yang tidak dapat ditampung pada kulit tersebut maka diletakkan pada kulit selanjutnya.

Contoh: Pengisian konfigurasi elektron

Nomor atom (jumlah elektron)	Kulit						
	K (n=1)	L (n=2)	M (n=3)	N (n=4)	O (n=5)	P (n=5)	Q (n=6)
1	1	-	-	-			
3	2	1	-	-			
4	2	2	-	-			
11	2	8	1	-			
15	2	8	8				
19	2	8	8	1			
20	2	8	8	2			
54	2	8	18	18	8		
88	2	8	18	32	18	8	2

*Tabel 2. Konfigurasi elektron, pada atom golongan utama*

Perhatikan konfigurasi elektron pada unsur dengan nomor atom 19.

Konfigurasi elektronnya bukanlah

	K	L	M	N
	2	8	9	
tetapi	2	8	8	1

Hal ini dapat dijelaskan bahwa elektron paling luar maksimum 8, sehingga sisanya harus 1 di kulit terluar. Begitu pula dengan nomor atom 20.

Bagaimana dengan unsur dengan nomor atom 88?

Unsur dengan nomor atom 88 akan terisi sesuai dengan kapasitas kulit pada kulit K, L, M dan N serta masih ada sisa 28. sisa ini tidak boleh diletakkan seluruhnya di kulit O, sisa ini diletakkan pada kulit sesudahnya mengikuti daya tampung maksimum kulit sebelumnya yang dapat diisi yaitu 18, 8 atau 2 sehingga sisanya diisikan sesuai Tabel 2 tersebut.



## LATIHAN

Buatlah konfigurasi elektron untuk atom dengan nomor atom 11, 19, 20 dan 38.

### KUNCI LATIHAN

Cocokkan jawaban Anda dengan jawaban berikut ini

$_{11}\text{X}$	K = 2	L = 8	M = 1		
$_{19}\text{X}$	K = 2	L = 8	M = 8	N = 1	
$_{20}\text{X}$	K = 2	L = 8	M = 8	N = 2	
$_{38}\text{X}$	K = 2	L = 8	M = 18	N = 8	O = 2

Sudah benarkah jawaban Anda?

Jika belum, jangan berputus asa untuk mempelajari kembali materi tersebut.

Jika sudah, silahkan lanjutkan ke materi berikutnya.

## B. Elektron Valensi

Elektron yang berperan dalam reaksi pembentukan ikatan kimia dan dalam reaksi kimia adalah elektron pada kulit terluar atau elektron valensi.

Jumlah elektron valensi suatu atom ditentukan berdasarkan elektron yang terdapat pada kulit terakhir dari konfigurasi elektron atom tersebut.

Perhatikan Tabel 3 untuk menentukan jumlah elektron valensi.

Nomor atom	Kulit				Jumlah elektron valensi
	K	L	M	N	
11	2	8	1		1
12	2	8	2		2
14	2	8	4		4
19	2	8	8	1	1

*Tabel 3. Hubungan konfigurasi elektron dan elektron valensi*

Unsur-unsur yang mempunyai jumlah elektron valensi yang sama akan memiliki sifat kimia yang sama pula.

Contoh:

Unsur natrium dan kalium memiliki sifat yang sama karena masing-masing memiliki sifat elektron valensi = 1.



## LATIHAN

Tentukan elektron valensi dari atom yang bernomor atom 11, 13, 14, 20 dan 36 berdasarkan konfigurasi elektronnya.

## KUNCI LATIHAN

Cobalah Anda jawab terlebih dahulu pertanyaan tersebut, setelah itu jawabannya dapat Anda lihat berikut ini.

- |    |                   |   |   |    |                      |                      |
|----|-------------------|---|---|----|----------------------|----------------------|
| 1. | ${}_{11}\text{X}$ | 2 | 8 | ①  | elektron valensi = 1 |                      |
| 2. | ${}_{13}\text{X}$ | 2 | 8 | ③  | elektron valensi = 3 |                      |
| 3. | ${}_{14}\text{X}$ | 2 | 8 | ④  | elektron valensi = 4 |                      |
| 4. | ${}_{20}\text{X}$ | 2 | 8 | 8  | ②                    | elektron valensi = 2 |
| 5. | ${}_{36}\text{X}$ | 2 | 8 | 18 | ⑧                    | elektron valensi = 8 |

Apakah jawaban Anda telah cocok dengan penyelesaian yang diberikan?

Jika belum, pelajaryliah kembali uraian materi tersebut!

Jika sudah, silahkan Anda mengerjakan Tugas 3 tanpa melihat kembali uraian materi yang sudah Anda pelajari.



### TUGAS 3

1. Unsur dengan nomor atom 7 memiliki elektron valensi...
  - A. 2
  - B. 3
  - C. 5
  - D. 7
  - E. 8
2. Elektron valensi pada kulit ke tiga adalah 3, maka nomor atom unsur tersebut...
  - A. 3
  - B. 4
  - C. 5
  - D. 8
  - E. 13
3. Pernyataan yang tidak benar tentang elektron valensi adalah...
  - A. Elektron pada kulit terluar
  - B. Elektron yang berperan dalam pembentukan ikatan kimia
  - C. Elektron yang berenergi tinggi
  - D. Elektron yang menentukan sifat fisik zat
  - E. Elektron yang menentukan sifat kimia
4. Jumlah elektron maksimum yang terdapat pada kulit M adalah...
  - A. 2
  - B. 8
  - C. 10
  - D. 18
  - E. 32
5. Konfigurasi yang tepat untuk unsur bernomor atom 38 adalah...
  - A. 2 8 18 10
  - B. 2 8 18 8 2
  - C. 2 8 18 9 1
  - D. 2 8 8 18 2
  - E. 2 8 18 2 8

6. Unsur yang tidak mempunyai elektron valensi 2 memiliki nomor atom...
- 4
  - 12
  - 20
  - 30
  - 32
7. Model atom yang menjadi dasar penyusunan konfigurasi elektron dikemukakan oleh...
- Dalton
  - Thomson
  - Rutherford
  - Niels Bohr
  - Chadwick
8. Sifat kimia suatu unsur yang ditentukan oleh jumlah...
- Elektron valensi
  - Elektron
  - Kulit
  - Nomor atom
  - Nomor massa
9. Unsur yang memiliki elektron valensi terbanyak dengan nomor atom...
- 13
  - 15
  - 17
  - 19
  - 20
10. Pasangan unsur dengan sifat kimia yang sama adalah...
- ${}^9\text{F}$  dan  ${}_{12}\text{Mg}$
  - ${}^9\text{F}$  dan  ${}_{17}\text{Cl}$
  - ${}_{17}\text{Cl}$  dan  ${}_{12}\text{Mg}$
  - ${}_{13}\text{Al}$  dan  ${}_{12}\text{Mg}$
  - ${}_{13}\text{Al}$  dan  ${}_{17}\text{Cl}$

Cocokkan jawaban Anda dengan kunci jawaban Tugas 3 di akhir modul ini.

Berapa jumlah jawaban Anda yang benar?

Jika masih kurang dari 7, pelajarilah kembali Kegiatan Belajar 3.

Jika sudah, persiapkan diri Anda untuk menjawab soal-soal pada tes akhir modul.

## PENUTUP

Selamat! Anda berhasil menyelesaikan modul Kim.X.02 tentang Struktur Atom. Anda diharapkan telah menyelesaikan latihan yang terdapat pada setiap akhir Kegiatan Belajar. Selanjutnya, Anda sebaiknya mengerjakan tugas mandiri yang ada pada akhir modul ini.

Anda telah mempelajari perkembangan teori atom yang digambarkan dengan model atom, mulai dari model atom Dalton (1805), model atom Thomson (1897), model atom Rutherford (1911) dan model atom Bohr (1914). Setiap kelemahan dari setiap model atom akan diperbaiki oleh model atom berikutnya.

Anda telah mempelajari mengenai partikel-partikel dasar penyusun atom, yaitu elektron, proton dan neutron, serta para penemu masing-masing partikel tersebut. Penemuan partikel dasar penyusun atom ini membawa kepada pemahaman konsep nomor atom dan nomor massa. Nomor atom yang dilambangkan dengan  $Z$ , menunjukkan jumlah proton yang sama dengan jumlah elektron. Nomor massa yang dilambangkan dengan  $A$ , menunjukkan jumlah proton ditambah jumlah neutron yang membentuk massa inti atom. Dengan demikian suatu unsur biasanya dituliskan dengan lambang ( ${}^A_Z$ ).

Selanjutnya, penemuan proton, neutron dan elektron berperan dalam pemahaman konsep isotop, yaitu atom-atom yang memiliki nomor atom yang sama tetapi nomor massa yang berbeda karena perbedaan jumlah neutron. Semua unsur yang telah dikenal terdiri dari dua atau lebih isotop. Massa atom yang kita kenal selama ini sebenarnya merupakan massa atom relatif atau  $A_r$  yang merupakan massa atom rata-rata berdasarkan kelimpahan isotop-isotop atom tersebut.

Elektron-elektron dalam atom tersusun membentuk konfigurasi tertentu pada kulit-kulit atom K, L, M, N dan seterusnya. Jumlah elektron maksimum pada suatu kulit memenuhi rumus  $2n^2$ . Elektron pada kulit terluar dikenal dengan nama elektron valensi yang berperan dalam reaksi kimia.

Anda sebaiknya menyelesaikan Latihan dan Tugas secara mandiri, kemudian baru mendiskusikannya dengan teman atau Guru bina. Dengan demikian Anda melatih diri Anda untuk belajar dan mencoba terlebih dahulu sebelum bertanya. Segala kesulitan yang Anda alami sebaiknya dibicarakan dengan Guru bina setelah Anda mendiskusikannya dengan teman atau belum mendapat pemecahan yang memuaskan.

Pada Tes Akhrit Modul ini Anda harus mendapatkan nilai paling sedikit 75. Jika berhasil memenuhi persyaratan ini, Anda dapat meneruskan ke modul berikutnya. Jika nilai Anda kurang dari 75, maka sebaiknya Anda membaca ulang Kegiatan 1 sampai dengan 3. Anda boleh saja membaca buku-buku paket kimia SMU yang ada di sekolah atau yang Anda miliki untuk membantu pemahaman Anda mengenai struktur atom.

Dengan usaha yang sungguh-sungguh seperti yang dilakukan oleh para ahli ilmu pengetahuan yang Anda pelajari dalam modul ini, mungkin Anda akan dapat mengembangkan sikap ilmiah dalam mengamati dan mencari kesimpulan atas berbagai kagiatan alam di sekitar Anda. Anda boleh berharap bahwa suatu saat Anda mungkin saja mengembangkan suatu teori ilmu pengetahuan yang akan diuraikan dalam buku teks dan buku pelajaran, atau Anda memperbaiki suatu teori, karena pengetahuan itu bersifat sementara yaitu hanya berlaku sampai ada pengetahuan lain yang memperbaikinya.

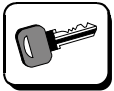
Silahkan maju ke modul berikutnya, semoga sukses.

# KUNCI TUGAS



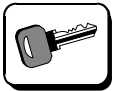
## TUGAS 1

- |      |       |
|------|-------|
| 1. B | 6. D  |
| 2. E | 7. D  |
| 3. B | 8. C  |
| 4. A | 9. A  |
| 5. C | 10. D |



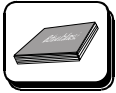
## TUGAS 2

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. C  |
| 2. D | 7. E  |
| 3. A | 8. B  |
| 4. B | 9. D  |
| 5. C | 10. B |



## TUGAS 3

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. E  |
| 2. E | 7. D  |
| 3. D | 8. A  |
| 4. D | 9. C  |
| 5. B | 10. B |



## DAFTAR ISTILAH

### Elektron

- Partikel dasar penyusun atom, bermuatan positif dan terdapat pada kulit atom

### Proton

- Partikel dasar penyusun atom, bermuatan positif dan terdapat pada inti atom

### Neutron

- Partikel dasar penyusun atom, bersifat netral dan terdapat dalam inti atom bersama dengan proton

### Inti atom

- Bagian padat dari atom, berada dipusat aton dan bermuatan positif

### Nomor atom (Z)

- Jumlah proton dalam inti, merupakan ciri khas bagi setiap unsur

### Nomor massa (A)

- Jumlah proton + neutron yang membentuk massa atom karena massa elektron sangat kecil sehingga boleh di abaikan

### Isotop

- Atom-atom dari unsur yang sama, tetapi berbeda massa atomnya karena perbedaan jumlah neutron

### Konfigurasi elektron

- Penyebaran elektron pada kulit atom

### Elektron valensi

- Elektron pada kulit terluar yang berperan besar pada reaksi kimia

### Orbital

- Ruang di sekitar inti tempat kebolehjadian menemukan elektron. Tiap orbital mempunyai bentuk dan tingkat energi tertentu

### Model atom

- Gambaran rekaan mengenai struktur atom, karena atom yang sebenarnya tidak dapat dilihat dengan mata dengan bantuan alat perbesaran yang sekuat apapun

### Isoton

- Atom-atom dari unsur yang jumlah neutronnya sama

### Isobar

- Atom-atom dari unsur yang massa atomnya sama

### Kulit

- Kumpulan dari satu atau lebih orbital yang tingkat energinya sama atau hampir sama

## DAFTAR PUSTAKA

- Irfan Anshory & Hiskia Ahmad. *Acuan Pelajaran Kimia SMU Kelas I*. Jakarta: Erlangga, 2000
- J. Goenawan. *Kimia Untuk SMU Kelas I, Jilid IA*. Jakarta: Grasindo, 1999
- Ma. Cristina Damasco-Padolina. *Fundamental Concepts of Chemistry 1*. Philippines: UP Open University, 2000
- Michael Purba. *Kimia 2000 Untuk SMU Kelas I, Jilid IA*. Jakarta: Erlangga, 2000
- N. Maryunah H.; Nana Sutresna & Diana. *Kimia Untuk SMU Kelas I, Jilid IA*. Jakarta: Grafindo Media Pratama, 2000
- Parning; Mika; & Marian. *Penuntun Belajar Kimia Untuk SMU Kelas I, Jilid IA*. Jakarta: Yudhistira, 2000
- Priscilla Retnowati. *Seribu Pena, Kimia Untuk SMU Kelas I*. Jakarta: Erlangga, 1999
- Raymond Chang. *Chemistry 4<sup>th</sup> Ed*. New York: McGraw-Hill, 1991
- Sura Kiti. *Kimia 1, Untuk Kelas 1 SMU*. Klaten: Intan Pariwara, 1996
- Tjoa Koei Ham & H. Amir Rastiwan. *Soal dan Penyelesaian Kimia SMU, EBTANAS & UMPTN*. Jakarta: Erlangga, 2001
- Keenan; Kleinfelter; Wood. *Ilmu Kimia Untuk Universitas, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1989.