



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2017

MODUL 2

Keteraturan dalam Kimia

KIMIA
PAKET C SETARA SMA/MA



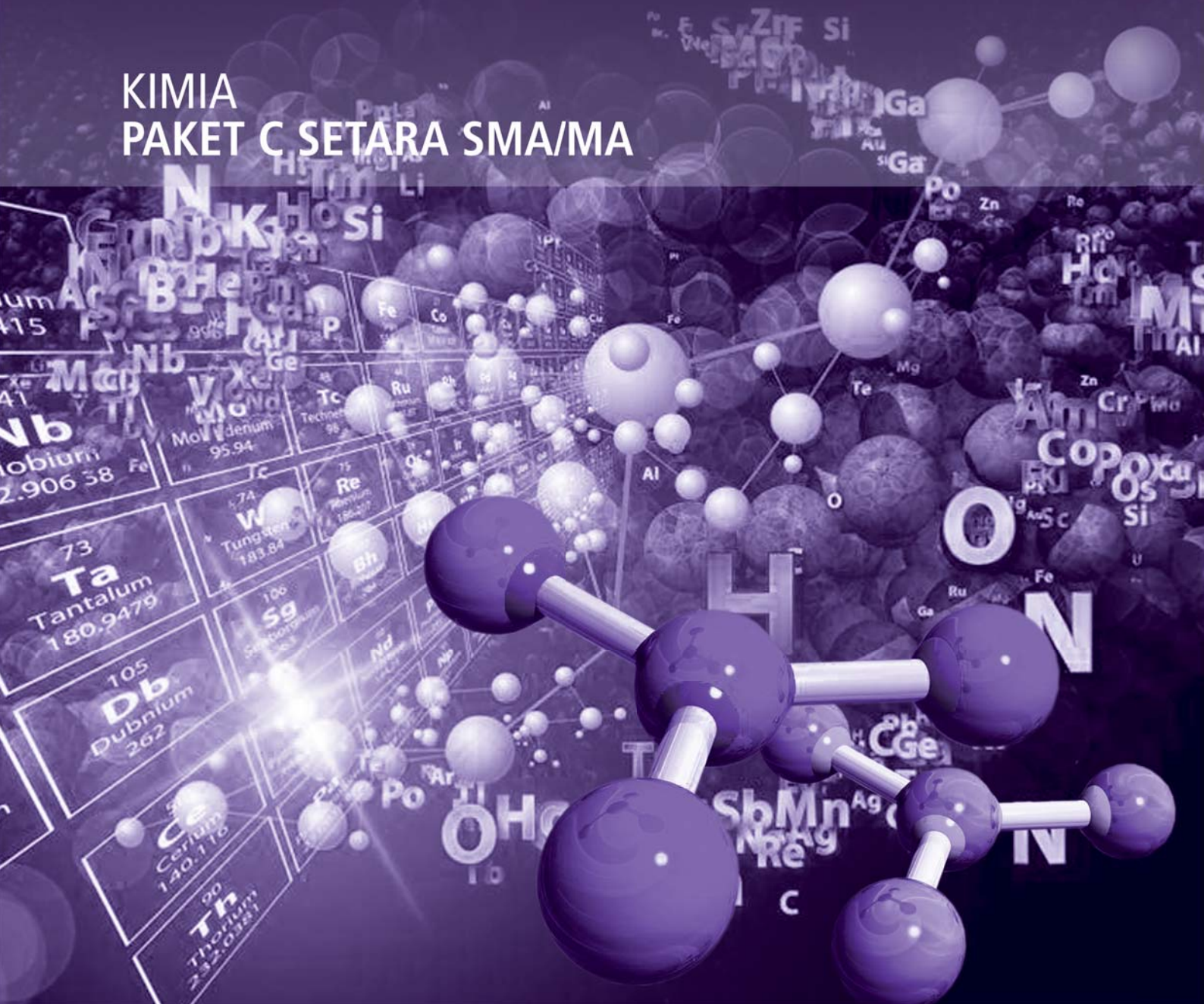


Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat
Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan
Tahun 2017

MODUL 2

Keteraturan dalam Kimia

KIMIA
PAKET C SETARA SMA/MA



Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip *flexible learning* sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan pusat kurikulum dan perbukuan kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, Desember 2017
Direktur Jenderal

Harris Iskandar

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Petunjuk Penggunaan Modul	1
Tujuan yang Diharapkan Setelah Belajar Modul	2
Pengantar Modul	2
UNIT 1 KETERATURAN DALAM ATOM	4
A. Perkembangan Model Atom	4
B. Nomor Atom dan Nomor Massa	8
C. Isotop, Isobar, dan Isoton	10
Penugasan	11
UNIT 2 KETERATURAN DALAM TABEL PERIODIK UNSUR	13
A. Konfigurasi Elektron	13
B. Elektron Valensi	16
C. Bilangan Kuantum	18
D. Aturan/Prinsip Pengisian Elektron dalam Atom	23
E. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur dalam Tabel Periodik Unsur	28
Penugasan	32
UNIT 3 KETERATURAN SIFAT UNSUR	34
A. Jari-jari Atom	34
B. Energi Ionisasi	35
C. Afinitas Elektron	37
D. Keelektronegatifan	37
Penugasan	38
Rangkuman	40
Uji Kompetensi	42
Kunci Jawaban	47
Penilaian	52
Kriteria Pindah Modul	56
Saran Referensi	57
Daftar Pustaka	58
Tabel Periodik Unsur	59



Petunjuk Penggunaan Modul

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan Modul 1 ini adalah sebagai berikut.

1. Mata pelajaran Kimia Paket C Tingkatan V Setara Kelas X SMA memiliki 5 modul, yaitu: (1) Kimia dalam Kehidupan, (2) Keteraturan dalam Kimia, (3) Temukan Pasangan (4) Larutan Elektrolit dan Kiat Penamaan Senyawa (5) Kiat Menghitung Zat Kimia. Modul Kimia disusun berdasarkan urutan hirarki keilmuan (urutan prasyarat pemahaman). Oleh karena itu, modul ini harus dipelajari secara berurutan, tidak bisa acak karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar modul berikutnya.
2. Modul 2 Keteraturan dalam Kimia, mempelajari struktur atom dan konfigurasi elektron serta keriodikanunsur yang abstrak, namun penting untuk dipelajari karena merupakan prasyarat untuk belajar konsep kimia berikutnya. Oleh karena itu, dalam mempelajari Modul 2 ini Anda perlu membacanya dengan tekun, sabar, dan perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan. Disamping itu Anda perlu menggunakan Tabel Periodik Unsur untuk membantu Anda memahami konsep kimia.
3. Modul 1 ini dirancang dalam tiga unit, sebaiknya dipelajari secara berurutan karena ada pengetahuan prasyarat yang harus dipahami sebelum belajar unit berikutnya. Setiap unit ada uraian materi dan penugasan untuk melatih Anda berpikir kritis dan kreatif dalam mencapai kompetensi. Selain itu, juga ada penilaian untuk mengetahui pemahaman peserta didik terhadap modul secara bertahap.
4. Baca tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda paham tujuan mempelajari modul ini.
5. Kerjakan semua penugasan pada setiap unit untuk meningkatkan pemahaman mengenai materi modul dengan baik.
6. Menggunakan alat, bahan dan media sesuai yang tercantum pada setiap penugasan.
7. Materi Modul 2 ini abstrak, sebaiknya Anda menggunakan berbagai referensi yang mendukung atau terkait dengan materi pembelajaran, seperti menonton ilustrasi model atom di *Youtube*.
8. Meminta bimbingan tutor jika merasakan kesulitan dalam memahami materi modul.

9. Kerjakan penilaian dengan mengisi soal-soal latihan yang disediakan di akhir modul.
10. Mampu menyelesaikan 70% dari semua materi dan penugasan maka Anda dapat dikatakan Tuntas belajar modul ini.
11. Selamat membaca dan mempelajari modul ini, semoga sukses.

Tujuan yang Diharapkan Setelah Belajar Modul

Setelah membaca dan mempelajari modul ini, Anda diharapkan mampu:

1. Menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron suatu unsur yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari,
2. Membedakan isotop, isobar, dan isoton serta kegunaannya dalam kehidupan,
3. Menentukan konfigurasi elektron dalam atom dan elektron valensi,
4. Menentukan letak unsur dalam tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektron, dan
5. Menganalisis sifat keperiodikan unsur dalam tabel periodik unsur.

Pengantar Modul

Di SMP setara Paket B Anda sudah belajar tentang konsep partikel materi yang meliputi atom, ion, dan molekul. Setiap atom unsur memiliki proton dan neutron yang terdapat dalam inti atom dan elektron yang beredar di sekeliling inti atom. Proton, neutron, dan electron disebut partikel dasar penyusun atom yang merupakan suatu keteraturan alam dalam bentuk mikro sebagai anugerah Tuhan Yang Maha Esa.

Struktur atom menggambarkan bagaimana partikel-partikel dasar tersusun dalam atom. Konsep struktur atom, bilangan kuantum, bentuk orbital, konfigurasi elektron dalam atom, dan elektron valensi termasuk konsep abstrak. Namun konsep ini penting untuk dipelajari karena merupakan prasyarat untuk belajar konsep kimia berikutnya, seperti konfigurasi elektron dan elektron valensi yang berguna untuk menentukan letak unsur dalam Tabel Periodik Unsur dan elektron valensi berperan dalam membentuk ikatan kimia. Oleh karena itu, dalam mempelajari unit 2 Anda perlu membacanya dengan tekun, sabar, dan perhatikan gambar ilustrasi yang disajikan serta menonton materi dan ilustrasinya di youtube. Disamping itu Anda perlu menggunakan Tabel Periodik Unsur yang berisi daftar unsur-unsur yang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom dan sifat-sifatnya. Berdasarkan konfigurasi elektron, Anda dapat menentukan golongan dan periode unsur serta blok unsur yang meliputi: blok s, blok p, blok d, dan blok f.

Pada modul 2 ini, Anda diajak belajar tentang struktur atom dan sistem periodik unsur yang

dibagi ke dalam tiga unit, yaitu:

- Unit 1. Keteraturan dalam atom: menjelaskan perkembangan model atom; nomor atom dan nomor massa; serta isotop, isobar, dan isoton.
- Unit 2. Keteraturan dalam tabel periodik: menjelaskan aturan penulisan konfigurasi elektron, bilangan kuantum dan bentuk orbital, diagram orbital, elektron valensi, hubungan konfigurasi elektron dan letak unsur dalam sistem periodik, dan perkembangan tabel periodik unsur.
- Unit 3. Keteraturan sifat unsur: menjelaskan jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan

Struktur atom terutama konfigurasi elektron dan elektron valensi sangat penting dipelajari dan dipahami karena merupakan dasar atau prasyarat untuk belajar kimia berikutnya, seperti menentukan letak unsur dalam tabel periodik, ikatan kimia, dan persamaan reaksi.

Istilah atom sudah dikenalkan di SMP atau Paket B. Atom terdiri dari proton, neutron dan elektron. Proton dan neutron berada di dalam inti atom. Sedangkan elektron terus berputar mengelilingi inti atom. Elektron bermuatan negatif (-) dan proton bermuatan positif (+) sehingga elektron tertarik oleh proton pada inti atom. Sedangkan neutron bersifat netral atau tidak bermuatan. Pada unit 1 ini dibahas perkembangan model atom; nomor atom dan nomor massa; serta isotop, isobar, dan isoton.

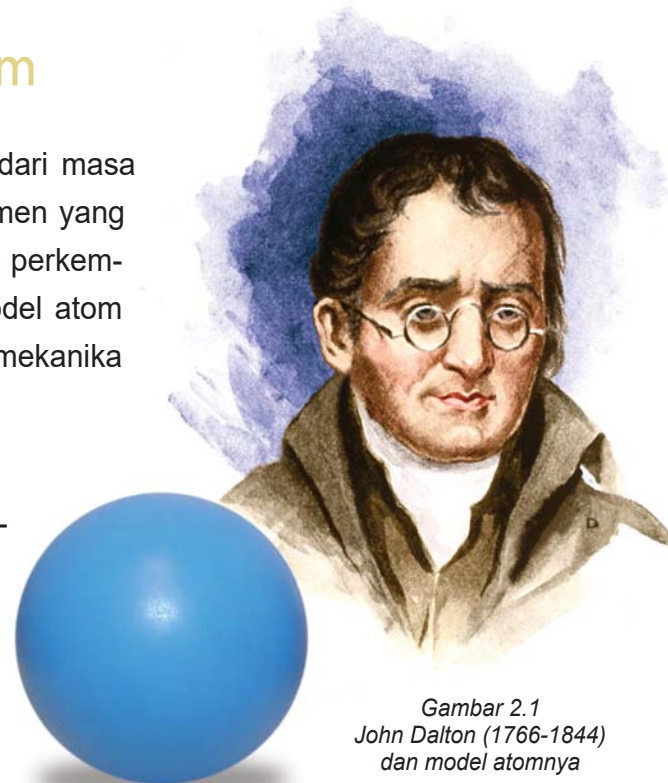
Perkembangan Model Atom

Model atom mengalami perkembangan dari masa ke masa sesuai dengan fakta-fakta eksperimen yang ditemukan oleh para ahli. Untuk memahami perkembangan model atom, berikut ini dibahas model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan mekanika kuantum.

1. Model Atom Dalton

Pada tahun 1805, John Dalton mengemukakan gagasannya tentang atom. Model atom Dalton merupakan teori atom pertama yang dilandasi data ilmiah. Dalton mengemukakan teori tentang model atomnya sebagai berikut.

- Materi tersusun dari partikel-partikel terkecil yang tidak dapat dibagi-bagi disebut atom, yang digambarkan sebagai bola pejal yang sangat kecil.
- Unsur adalah materi yang tersusun dari atom-atom yang sejenis dengan massa dan sifat yang sama.
- Atom suatu unsur tidak diubah menjadi atom unsur lain, misalnya besi tidak dapat diubah jadi emas.
- Senyawa adalah materi yang tersusun dari dua jenis atom atau lebih dengan perbandingan tetap.

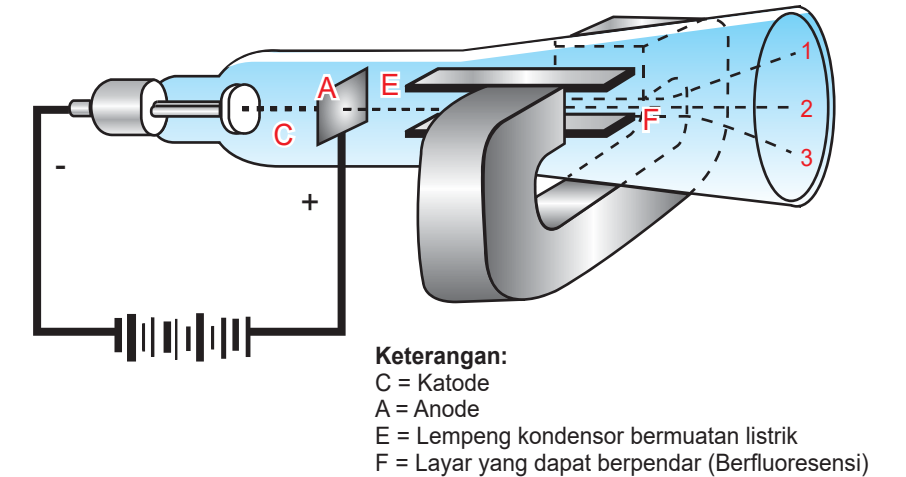


e. Atom tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Pada reaksi kimia hanya terjadi penataan ulang dari atom-atom yang terlibat dalam reaksi tersebut.

Model atom Dalton memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan model atom Dalton, yaitu: dapat menerangkan Hukum Kekekalan Massa (Hukum Lavoisier) dan dapat menerangkan Hukum Perbandingan Tetap (hukum Proust) serta menumbuhkan minat terhadap penelitian mengenai model atom. Sedangkan kelemahannya, yaitu tidak dapat menerangkan suatu larutan dapat menghantarkan listrik dan berdasarkan percobaan, atom-atom dari unsur yang sama dapat mempunyai massa yang berbeda.

2. Model Atom Thomson

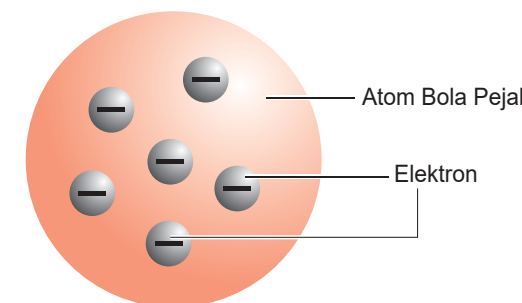
Pernahkah Anda memperhatikan tabung televisi? Tabung televisi merupakan tabung sinar katode (*cathode ray tube/CRT*), yaitu sebuah tabung penampilan yang banyak digunakan dalam layar komputer, monitor video, dan televisi.



Gambar 2.2 Percobaan Tabung Sinar Katode

Pada tahun 1897, Joseph John Thomson melanjutkan eksperimen William Crookes. tentang pengaruh medan listrik dan medan magnet dalam tabung sinar katode.

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. Sinar katode adalah berkas partikel yang bermuatan negatif (berkas elektron) yang terdapat pada setiap materi.



Gambar 2.3 Model Atom Thomson

Berdasarkan temuan tersebut, J.J. Thomson mengemukakan teori atom dan memperbaiki model atom Dalton. Menurut Thomson, atom berbentuk bulat di mana muatan listrik positif yang tersebar merata dalam atom dinetralkan oleh elektron-elektron yang berada di antara muatan positif. Elektron-elektron dalam atom diumpamakan seperti butiran kismis dalam roti, maka Teori Atom Thomson juga dikenal Teori Atom Roti Kismis.

Model atom Thomson juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya, yaitu dapat menerangkan adanya partikel yang lebih kecil dari atom yang disebut partikel subatomik, dan dapat menerangkan sifat listrik atom. Sedangkan kelemahannya adalah tidak dapat menerangkan bagaimana susunan muatan positif dan negatif dalam bola atom.

3. Model Atom Rutherford

Berdasarkan penembakan lempeng tipis dengan partikel alpha (α), percobaan dengan hamburan sinar α , Rutherford menemukan bukti bahwa dalam atom terdapat inti atom yang bermuatan positif, berukuran jauh lebih kecil daripada ukuran atom, tetapi nomor massa hampir seluruhnya berasal dari massa intinya.

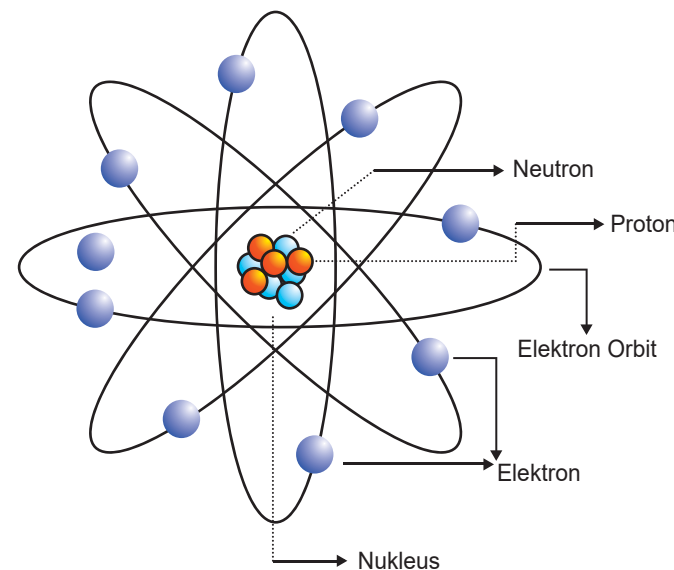
Berdasarkan temuan tersebut, Rutherford mengemukakan model atomnya dan memperbaiki model atom Thomson. Menurut Rutherford, atom terdiri atas inti atom yang bermuatan positif yang berada pada pusat atom serta elektron bermuatan negatif yang bergerak mengelilingi inti atom, seperti halnya planet-planet mengelilingi matahari.

Teori atom Rutherford memiliki kelemahan, yaitu tidak dapat menjelaskan mengapa elektron dalam inti atom. Berdasarkan teori fisika klasik, gerakan elektron mengelilingi inti ini tidak disertai pemancaran energi sehingga lama-kelamaan energi elektron akan berkurang dan lintasannya makin lama akan mendekati inti dan jatuh ke dalam inti

4. Model Atom Niels Bohr

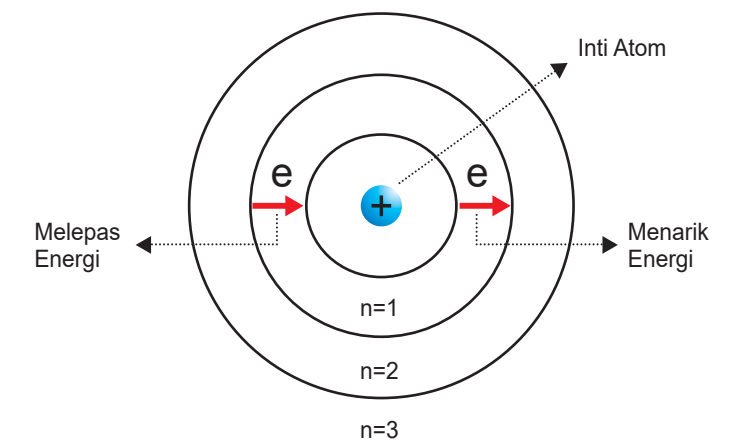
Teori atom Niels Bohr berdasarkan pengamatan spektrum garis atom hidrogen. Menurut Niels Bohr, spektrum garis menunjukkan bahwa elektron hanya menempati tingkat-tingkat energi tertentu dalam atom. Berdasarkan analisis spektrum atom, Niels Bohr mengajukan model atom sebagai berikut.

- Atom terdiri atas inti yang bermuatan positif dan dikelilingi elektron yang bermuatan negatif. Elektron bergerak mengelilingi inti atom pada lintasan atau orbit (kulit) berbentuk lingkaran yang mempunyai tingkat energi tertentu.



Gambar 2.4 Model Atom Rutherford

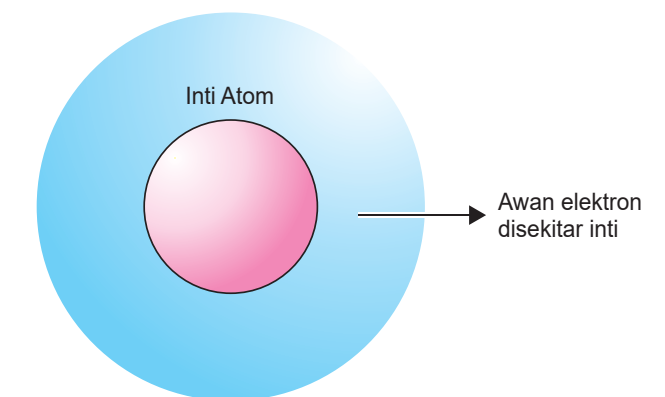
- Dalam atom, elektron beredar mengelilingi inti atom pada lintasan (orbit) yang berbentuk lingkaran dalam keadaan gerakan stasioner (tetap) yang disebut tingkat energi utama atau kulit (n) atau bilangan kuantum utama. Nilai $n = 1, 2, 3,$ dan seterusnya. Makin jauh dari inti, tingkat energi lintasan makin tinggi.
- Bila elektron berada dalam lintasan tetap maka energi elektron tersebut konstan, artinya tidak ada energi yang dibebaskan atau diserap.
- Elektron dapat pindah dari lintasan berenergi lebih tinggi (lintasan lebih luar) ke lintasan berenergi lebih rendah (lintasan lebih dalam) dengan melepaskan energi sebagai sinar. Sebaliknya jika elektron pindah dari lintasan berenergi lebih rendah ke lintasan berenergi lebih tinggi maka elektron menyerap energi dari lingkungannya.



Gambar 2.5 Model Atom Niels Bohr

5. Model Atom Modern

Model Atom Modern dikembangkan berdasarkan teori mekanika kuantum yang disebut mekanika gelombang, diprakarsai oleh tiga ahli, yaitu: (1) Louis Victor de Broglie, menyatakan bahwa materi mempunyai dualisme sifat yaitu sebagai materi dan sebagai gelombang, (2) Werner Heisenberg, mengemukakan prinsip ketidakpastian untuk materi yang bersifat sebagai partikel dan gelombang. Jarak atau letak elektron-elektron yang mengelilingi inti hanya dapat ditentukan dengan kemungkinan-kemungkinan saja, dan (3) Erwin Schrodinger (menyempurnakan model Atom Bohr), berhasil menyusun persamaan gelombang untuk elektron dengan menggunakan prinsip mekanika gelombang. Elektron-elektron yang mengelilingi inti terdapat di dalam suatu orbital yaitu daerah tiga dimensi di sekitar inti dimana elektron dengan energi tertentu kemungkinan terbesar dapat ditemukan. Pada tahun 1927, Erwin Schrodinger mengemukakan teori atom yang disebut teori atom mekanika kuantum atau mekanika gelombang, dikenal sebagai model atom modern.



Gambar 2.6 Model atom Modern

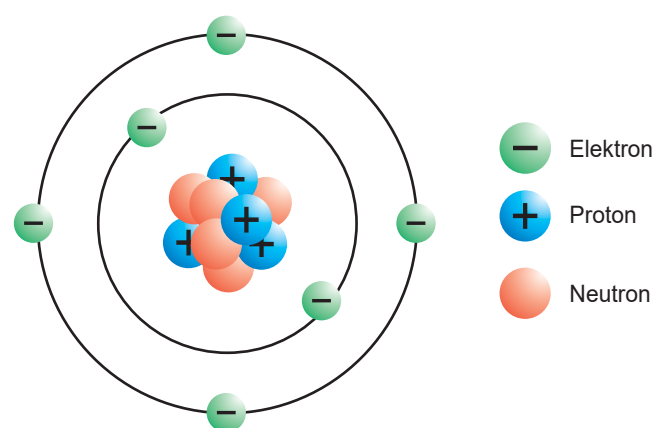
Atom terdiri atas inti atom yang mengandung proton dan neutron sedangkan elektron-elektron bergerak mengitari inti atom dan berada pada orbital-orbital tertentu yang membentuk kulit atom. Orbital adalah daerah tiga dimensi di sekitar inti dimana elektron dengan energi tertentu dapat ditemukan dengan kemungkinan terbesar. Kedudukan elektron pada orbital-orbitalnya dinyatakan dengan bilangan kuantum.

Nomor Atom dan Nomor Massa

Setelah Rutherford menemukan inti atom yang bermuatan positif dan James Chadwick menemukan neutron, para ahli semakin yakin bahwa inti atom terdiri dari proton dan neutron. Kedua jenis partikel ini disebut nukleon yang artinya partikel penyusun inti atom. Jumlah proton dan neutron di dalam inti dinyatakan sebagai nomor massa atau bilangan massa dan diberi lambang A. Nomor massa disebut juga massa atom relatif.

Nomor massa = jumlah proton + jumlah neutron

Jumlah proton suatu unsur menunjukkan ciri khas atom unsur tersebut. Jumlah proton inilah yang membedakan sifat atom suatu unsur dengan atom unsur lainnya. Jumlah proton dalam inti atom disebut nomor atom, diberi lambang Z. Contoh, atom natrium mengandung 11 proton dalam intinya maka natrium diberi nomor atom 11. Atom karbon mengandung 6 proton dalam intinya maka atom karbon diberi nomor atom 6. Proton merupakan partikel yang bermuatan positif yang terdapat dalam inti atom.



Gambar 2.7 Atom Karbon

Atom bersifat netral. Oleh karena itu, dalam sebuah atom jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Dengan demikian, nomor atom juga menunjukkan jumlah elektron dalam atom.

Nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron
Jumlah neutron = nomor massa – jumlah proton
= nomor massa – nomor atom

Semua atom unsur mengandung proton, neutron, dan elektron. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa proton, neutron, dan elektron merupakan partikel dasar penyusun atom. Proton dan neutron berada dalam inti sedangkan elektron-elektron yang berupa awan tersebar mengelilingi inti atom, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7.

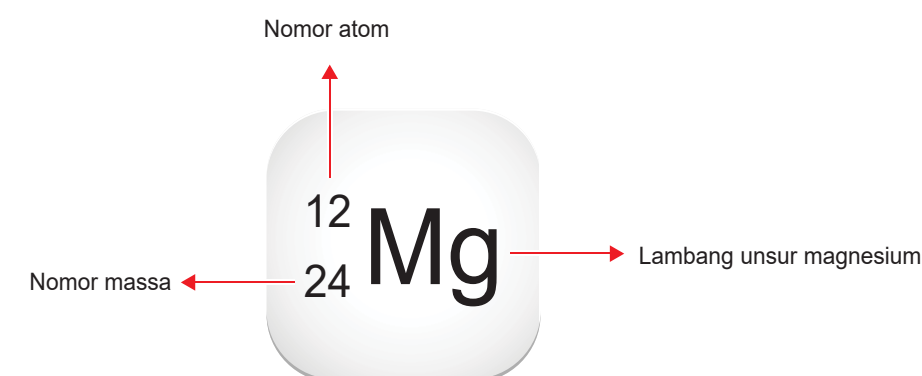
Selanjutnya, bila atom unsur dilambangkan dengan X dan A adalah nomor massa serta Z adalah nomor atom maka atom unsur tersebut dapat dinyatakan dengan notasi berikut.



Keterangan:

X = atom unsur
 A = nomor massa = proton + neutron
 Z = nomor atom = jumlah proton dalam inti atom

Perhatikan contoh berikut:



Cara membacanya: unsur magnesium diberi lambang Mg dengan nomor atom 12 dan nomor massa 24 atau memiliki massa atom relatif 24. Nomor atom menunjukkan jumlah proton dalam inti atom dan juga menunjukkan jumlah elektron yang dimiliki atom netral. Jadi, atom Mg memiliki 12 proton dan 12 elektron.

Magnesium merupakan zat mineral yang sangat dibutuhkan tubuh, terutama untuk menguatkan tulang dan menjaga saraf dan otot tubuh agar berfungsi normal serta menjaga irama detak jantung. Magnesium sangat berguna dalam menjaga sistem kekebalan tubuh dan mengatur kadar gula darah. Alpukat, pisang, tahu, dan kacang-kacangan merupakan contoh makanan yang banyak mengandung magnesium.

Lambang unsur, nomor atom dan nomor massanya dapat dilihat pada Tabel Periodik Unsur yang dilampirkan di balik cover modul ini.



Isotop, Isobar, dan Isoton

Apa yang dimaksud dengan isotop? Perhatikan Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Isotop-isotop Karbon

Lambang	Nama	Nomor Massa, A	Nomor Atom, Z	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
${}^12_6\text{C}$	Karbon-12	12	6	6	6	6
${}^{13}_6\text{C}$	Karbon-13	13	6	6	6	7
${}^{14}_6\text{C}$	Karbon-14	14	6	6	6	8

Dari Tabel 2.1 terlihat bahwa ketiga atom karbon (C) mempunyai nomor atom sama yaitu 6 tetapi memiliki nomor massa berbeda, yaitu 12, 13, dan 13. Atom-atom seperti ini disebut isotop. Jadi, isotop adalah atom unsur yang memiliki nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda.

Banyak unsur di alam ditemukan dalam bentuk campuran isotop. Misalnya, tembaga di alam ditemukan dalam bentuk dua isotop, yaitu ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ dan ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ yang massanya masing-masing telah dapat ditentukan dengan tepat sebesar 62,9298 dan 64,9278 u. Jika di alam ditemukan 69,09% ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ dan 30,91% ${}^{65}_{29}\text{Cu}$, tentukan massa atom rata-rata Cu. Masalah ini dapat diselesaikan dengan cara sederhana.

$$\text{Massa satu mol } {}^{63}_{29}\text{Cu} = 69,09\% \times 62,9298 = 43,48 \text{ g}$$

$$\text{Massa satu mol } {}^{65}_{29}\text{Cu} = 30,91\% \times 64,9278 = 20,07 \text{ g}$$

$$\text{Massa satu mol Cu mengandung } 43,48 \text{ g } {}^{63}_{29}\text{Cu} \text{ dan } 20,07 \text{ g } {}^{65}_{29}\text{Cu}$$

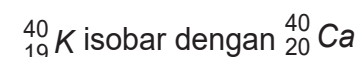
$$\text{Jadi, massa satu mol Cu} = 43,48 \text{ g} + 20,07 \text{ g} = 63,55 \text{ g}$$

Massa atom rata-rata Cu adalah 63,55 u.

Isotop suatu unsur memiliki nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda, berarti unsur yang berisotop memiliki jumlah elektron sama. Isotop berguna dalam kehidupan, misalnya isotop natrium (Na-24) berguna untuk mempelajari peredaran darah manusia dan untuk mendeteksi kebocoran pipa dalam tanah, isotop besi (Fe-59) berguna untuk mengukur laju pembentukan sel darah merah dalam tubuh, dan isotop kobalt (Co-60) untuk pengobatan kanker.

Apa yang dimaksud dengan isobar? Perhatikan contoh unsur isobar berikut ini!

Contoh:



Dari contoh yang berisobar dapat disimpulkan bahwa isobar adalah unsur-unsur yang memiliki nomor massa sama tetapi nomor atom berbeda.

Apa yang dimaksud dengan isoton? Perhatikan contoh unsur isoton berikut ini!

Contoh:



Dari contoh unsur yang berisoton dapat disimpulkan bahwa isoton adalah unsur-unsur yang memiliki nomor massa dan nomor atom berbeda tetapi memiliki jumlah neutron sama.

PENUGASAN 1

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal unsur karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), fluor (F), natrium (Na), posfor (P), belerang (S), klor (Cl), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), tembaga (Cu), besi (Fe), dan lain-lain. Sebagian dari unsur tersebut merupakan mineral terdapat dalam tubuh kita dan sangat berguna bagi tubuh. Unsur-unsur tersebut diperoleh tubuh dari makanan yang kita konsumsi setiap hari. Tugas Anda adalah menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron unsur-unsur berdasarkan nomor atom dan nomor massanya.

Beberapa unsur juga menunjukkan isotop, isobar, dan isoton. Tugas Anda adalah memberi contoh unsur yang berisotop, berisobar, dan berisoton.

Tujuan: Setelah mempelajari Modul 2 Unit 1 ini, Anda diharapkan mampu:

- Menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron unsur-unsur yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari, meliputi: karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), fluor (F), natrium (Na), posfor (P), belerang (S), klor (Cl), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg).
- Membedakan isotop, isobar, dan isoton

Media: Gunakan Tabel Periodik Unsur yang tercantum di balik cover modul ini.

Langkah-langkah Kegiatan:

Untuk menyelesaikan tugas ini, ikuti langkah berikut.

- Perhatikan Tabel Periodik Unsur yang tercantum di balik cover modul ini dan catat nomor atom dan nomor massa dari masing-masing unsur tersebut.
- Tentukan jumlah proton, elektron, dan neutron dalam atom unsur tersebut berdasarkan nomor atom dan nomor massanya. meliputi: karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), fluor (F), natrium (Na), posfor (P), belerang (S), klor (Cl), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Nomor atom menunjukkan jumlah proton dalam inti. Untuk atom netral nomor atom juga menunjukkan jumlah elektron. Jumlah neutron adalah nomor massa dikurangi jumlah proton.
- Jelaskan unsur-unsur yang berisotop, berisobar, dan berisoton!

UNIT 2

KETERATURAN DALAM TABEL PERIODIK UNSUR

Pada unit 1 Anda sudah mempelajari perkembangan model atom, mulai model atom Dalton hingga model atom modern, nomor atom dan nomor massa suatu atom. Pemahaman Anda tentang model atom diperlukan untuk mempelajari Unit 2 ini yang akan dibahas konfigurasi elektron, elektron valensi, bilangan kuantum, dan pengisian elektron pada orbital serta letak unsur dalam Tabel Periodik Unsur.



Konfigurasi Elektron

Susunan atau penyebaran elektron pada kulit atom disebut konfigurasi elektron. Berdasarkan nomor atom suatu unsur, kita dapat menggambarkan konfigurasi elektron dengan menggunakan model atom Bohr. Menurut Bohr, elektron beredar mengelilingi inti atom pada lintasan (orbit) yang berbentuk lingkaran dalam keadaan gerakan stasioner (tetap) yang disebut tingkat energi utama atau kulit (n) atau bilangan kuantum utama. Nilai $n = 1, 2, 3$, dan seterusnya. Makin jauh dari inti, tingkat energi lintasan makin tinggi.

Pengisian elektron pada kulit atom mengikuti aturan-aturan tertentu, yaitu:

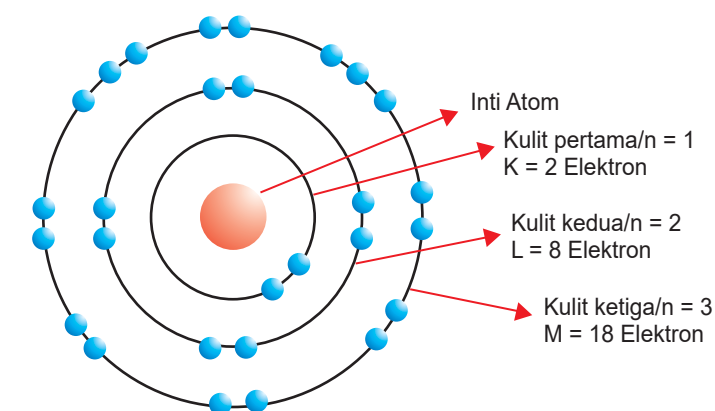
1. Pengisian dimulai dari tingkat energi paling rendah ke tingkat energi paling tinggi, dari kulit K, L, M dan seterusnya
2. Setiap kulit atom dapat terisi elektron maksimum $2n^2$, dimana $n =$ kulit atom.

Jika $n = 1$ maka berisi 2 elektron

Jika $n = 2$ maka berisi 8 elektron

Jika $n = 3$ maka berisi 18 elektron

Jika $n = 4$ maka berisi 32 elektron



Gambar 2.8 Kulit Atom

Setelah Anda memahami model atom Bohr, bagaimana hubungannya dengan konfigurasi elektron atau susunan elektron dalam atom? Bagaimana menentukan konfigurasi elektron? Ada dua cara menentukan konfigurasi elektron, yaitu menggunakan model atom Bohr dan tabel periodik unsur.

1. Menentukan konfigurasi elektron dengan model atom Bohr

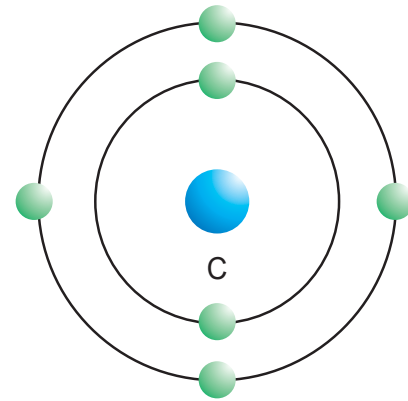
Berdasarkan nomor atom suatu unsur, kita dapat menggambarkan konfigurasi elektron dengan menggunakan model atom Bohr.

Contoh:

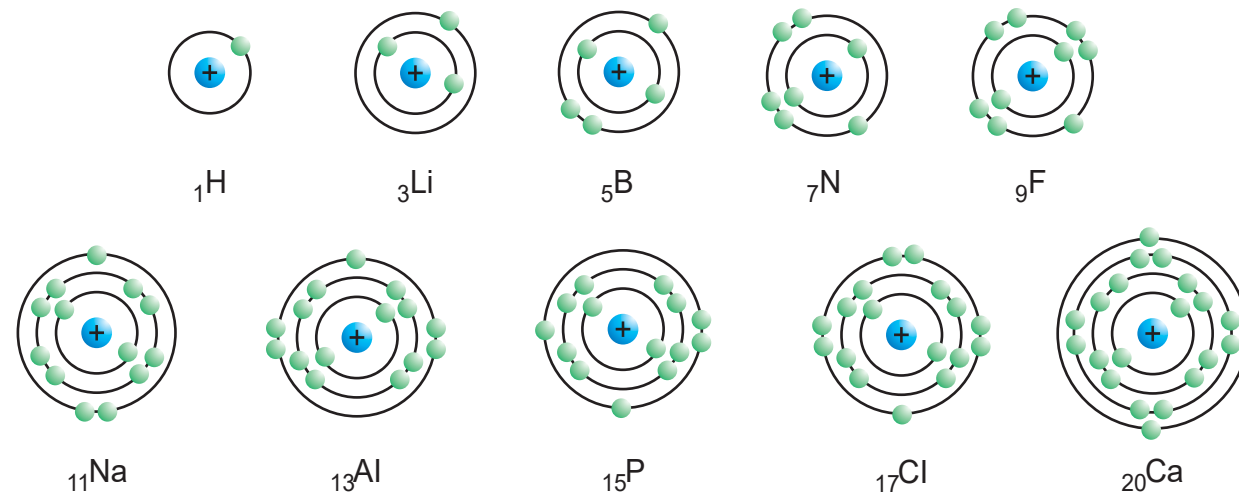
Unsur karbon, C memiliki nomor atom 6, berarti jumlah elektron = 6

Konfigurasi electron: K L

2 4



Berikut ini ilustrasi konfigurasi elektron untuk unsur-unsur dengan nomor atom 1 sampai 20, diantaranya hidrogen (H), litium (Li), boron (B), nitrogen (N), flour (F), natrium (Na), aluminium (Al), posfor (P), klor (Cl), dan kalsium (Ca).



Gambar 2.9 Konfigurasi Elektron Unsur dengan $Z = 1$ s/d 20

2. Menentukan konfigurasi elektron dari Tabel Periodik Modern

Konfigurasi elektron juga dapat ditentukan dari Tabel Periodik Unsur. Bagaimana caranya? Perhatikan Tabel Periodik Unsur di balik cover modul. Pada periode pertama terdapat dua unsur, yaitu hidrogen (${}^1_1\text{H}$) dan helium (${}^4_2\text{He}$). Nomor atom hidrogen 1 berarti hidrogen memiliki 1 elektron, nomor atom helium 2 berarti helium memiliki 2 elektron. Ternyata periode pertama ditempati maksimum dua elektron. Periode pertama disebut kulit K.

Sekarang perhatikan periode kedua, terdapat 8 unsur, yaitu: ${}^7_3\text{Li}$, ${}^9_4\text{Be}$, ${}^{11}_5\text{B}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{14}_7\text{N}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{19}_9\text{F}$, dan ${}^{20}_{10}\text{Ne}$. Bagaimana konfigurasi elektronnya? Periode kedua memiliki dua kulit, yaitu kulit K dan kulit L. Anda telah mengetahui bahwa kulit K ditempati maksimum dua elektron, berarti elektron yang lain akan menempati kulit L.

Contoh:

Litium (${}^7_3\text{Li}$) memiliki 3 elektron, dua elektron menempati kulit K dan 1 elektron menempati kulit L.

Karbon (${}^{12}_6\text{C}$) memiliki 6 elektron, 2 elektron menempati kulit K dan 4 elektron menempati kulit L

Oksigen (${}^{16}_8\text{O}$) memiliki 8 elektron, 2 elektron menempati kulit K dan 6 elektron menempati kulit L.

Berapa jumlah elektron maksimum yang dapat menempati kulit L? Periode ketiga memiliki tiga kulit, yaitu kulit K, L, dan M. Berapa jumlah kulit yang dimiliki periode keempat? Untuk lebih memahami konfigurasi elektron perhatikan konfigurasi elektron pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Konfigurasi Elektron dalam Atom

Unsur	Lambang Unsur	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Kulit Atom			
				K	L	M	N
Hidrogen	H	1	1	1			
Helium	He	2	2	2			
Litium	Li	3	3	2	1		
Berilium	Be	4	4	2	2		
Boron	B	5	5	2	3		
Karbon	C	6	6	2	4		
Nitrogen	N	7	7	2	5		
Oksigen	O	8	8	2	6		
Flour	F	9	9	2	7		
Neon	Ne	10	10	2	8		
Natrium	Na	11	11	2	8	1	
Magnesium	Mg	12	12	2	8	2	
Aluminium	Al	13	13	2	8	3	
Silikon	Si	14	14	2	8	4	
Posfor	P	15	15	2	8	5	
Sulfur	S	16	16	2	8	6	
Klor	Cl	17	17	2	8	7	
Argon	Ar	18	18	2	8	8	
Kalium	K	19	19	2	8	8	1
Kalsium	Ca	20	20	2	8	8	2

Konfigurasi elektron dapat juga dituliskan sebagai berikut.

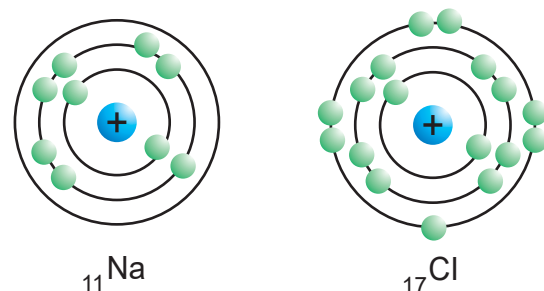
${}^1_1\text{H}$: 1

${}^3_3\text{Li}$: 2 1

${}_5\text{B} : 2 \ 3$
 ${}_7\text{N} : 2 \ 5$
 ${}_9\text{F} : 2 \ 7$
 ${}_{11}\text{Na} : 2 \ 8 \ 1$
 ${}_{13}\text{Al} : 2 \ 8 \ 3$
 ${}_{15}\text{P} : 2 \ 8 \ 5$
 ${}_{17}\text{Cl} : 2 \ 8 \ 7$
 ${}_{20}\text{Ca} : 2 \ 8 \ 8 \ 2$

Elektron Valensi

Apa yang dimaksud dengan elektron valensi? Perhatikan konfigurasi elektron atom natrium dengan nomor atom 11 dan klor dengan nomor atom 17 berikut.



Pada konfigurasi elektron atom natrium (Na), kulit terluar (kulit M) berisi 1 elektron maka atom Na mempunyai 1 elektron valensi. Pada konfigurasi elektron atom klor (Cl), kulit terluar (kulit M) berisi 7 elektron maka atom Cl mempunyai 7 elektron valensi. Dari konfigurasi elektron atom Mg, kulit terluar (kulit M) berisi 2 elektron maka atom Mg mempunyai 2 elektron valensi. Jadi, jumlah elektron yang terdapat pada kulit terluar suatu atom unsur disebut elektron valensi. Elektron kulit terluar (elektron valensi) menentukan sifat kimia unsur dan berperan penting dalam reaksi kimia. Jumlah elektron valensi paling sedikit 1 dan paling banyak 8. Perhatikan Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Elektron Valensi dari Unsur dengan Z = 1 s/d 20

Lambang Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron					Elektron Valensi
		K	L	M	N	O	
H	1	1					1
He	2	2					2

Lambang Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron					Elektron Valensi
		K	L	M	N	O	
Li	3	2	1				1
Be	4	2	2				2
B	5	2	3				3
C	6	2	4				4
N	7	2	5				5
O	8	2	6				6
F	9	2	7				7
Ne	10	2	8				8

Unsur yang memiliki 8 elektron pada kulit terluar, berarti kulit terluarnya sudah penuh. Sifat-sifat kimia dan fisika suatu atom unsur ditentukan oleh elektron valensi karena berhubungan dengan daya ikat atau daya gabung suatu unsur dengan unsur lain. Mengenai hal ini akan dibahas pada ikatan kimia.

Bagaimana hubungan antara konfigurasi elektron dan golongan serta sifat unsur dalam Tabel Periodik unsur? Lajur tegak vertikal dalam Tabel Periodik Unsur disebut golongan. Unsur-unsur yang berada pada satu lajur tegak atau satu golongan disebut unsur-unsur segolongan. Perhatikan unsur-unsur segolongan dalam Tabel Periodik Unsur dan Tabel 2.4 berikut!

Tabel 2.4 Hubungan Konfigurasi Elektron, Golongan, dan Sifat Unsur

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi	Golongan	Sifat-sifat
${}_3\text{Li}$ ${}_{11}\text{Na}$ ${}_{19}\text{K}$	2, 1 2, 8, 1 2, 8, 8, 1	1 1 1	IA	Logam lunak, sangat reaktif, reduktor kuat, bereaksi dengan air, oksigen, dan halogen.
${}_9\text{F}$ ${}_{17}\text{Cl}$ ${}_{35}\text{Br}$	2, 7 2, 8, 7 2, 8, 18, 7	7 7 7	VIIA	Non logam, sangat reaktif, oksidator kuat, bereaksi dengan logam membentuk garam.
${}_{10}\text{Ne}$ ${}_{18}\text{Ar}$ ${}_{36}\text{Kr}$	2, 8 2, 8, 8 2, 8, 18, 8	8 8 8	VIIIA	Pada suhu kamar berwujud gas dan sangat sukar bereaksi dengan unsur-unsur lain, disebut unsur gas mulia.

Penomoran golongan dalam Tabel Periodik Unsur berdasarkan jumlah elektron pada kulit terluar atau elektron valensi atom-atom unsur. Karena elektron valensi menentukan sifat kimia unsur maka unsur-unsur segolongan mempunyai sifat-sifat kimia yang sangat mirip, merupakan suatu keteraturan sifat unsur.

Bagaimana hubungan antara konfigurasi elektron dan periode dalam Tabel Periodik Unsur? Perhatikan Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Hubungan Konfigurasi Elektron dan Periode Unsur

Unsur	Nomor Atom	Konfigurasi Elektron Pada Kulit						Periode
		K	L	M	N	O	P	
H	1	1						1
He	2	2						1
Li	3	2	1					2
Be	4	2	2					2
Na	11	2	8	1				3
Ca	20	2	8	8	2			4

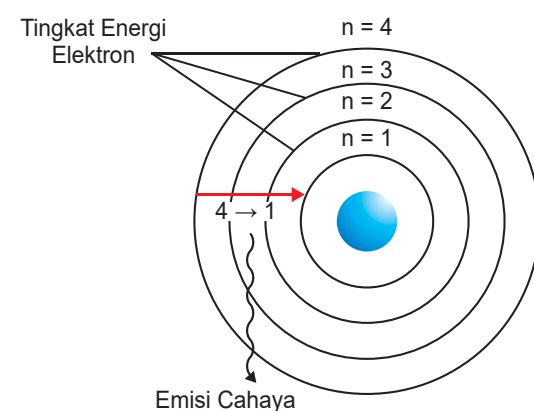
Apa yang dapat Anda simpulkan dari Tabel 2.5? Anda sudah mengetahui bahwa kulit K merupakan kulit ke-1, L kulit ke-2, dan M kulit ke-3, dan seterusnya. Nomor periode dalam Tabel Periodik Unsur sama dengan jumlah kulit pada konfigurasi elektron atom unsur tersebut. Jalur mendatar horizontal pada Tabel Periodik unsur disebut periode. Jadi, kulit menunjukkan nomor periode unsur.

Bilangan Kuantum

Untuk menentukan kedudukan suatu elektron dalam atom, dinyatakan dengan bilangan kuantum, yang merupakan hasil perhitungan persamaan Schrodinger. Dikenal empat bilangan kuantum, yaitu bilangan kuantum utama (n), bilangan kuantum azimut (l), bilangan kuantum magnetik (m), dan bilangan kuantum spin (s). Bilangan kuantum utama, bilangan kuantum azimut, dan bilangan kuantum magnetik menyatakan posisi suatu elektron dalam atom, sedangkan bilangan kuantum spin menyatakan arah putaran electron dalam atom.

1. Bilangan Kuantum Utama

Bilangan kuantum utama (n) menyatakan bentuk, ukuran dan tingkat energi kulit serta mempunyai harga bilangan bulat dan positif, tidak termasuk nol, yaitu 1, 2, 3, dan seterusnya. Kulit yang terdekat ke inti mempunyai tingkat energi paling rendah dengan nilai $n = 1$, disebut kulit K. Kulit berikutnya mempunyai nilai $n = 2$ disebut kulit L, nilai $n = 3$ disebut Kulit M, dan nilai $n = 4$, disebut kulit N, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Tingkat energi utama (kulit) pada atom

Makin jauh dari inti, ukuran kulit semakin besar sesuai dengan makin besarnya bilangan kuantum utama. Bilangan kuantum utama paling banyak ditempati sejumlah $2n^2$ elektron, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Jumlah Elektron Maksimal pada Kulit

Nilai n	Kulit	Jumlah Elektron Maksimum ($2n^2$)
1	K	$2(1^2) = 2$ elektron
2	L	$2(2^2) = 8$ elektron
3	M	$2(3^2) = 18$ elektron
4	N	$2(4^2) = 32$ elektron

2. Bilangan Kuantum Azimut

Bilangan kuantum azimut diberi lambang l , disebut juga bilangan kuantum bentuk orbital, karena bilangan kuantum ini menentukan bentuk ruang orbital. Teori mekanika kuantum menyatakan bahwa setiap kulit terdiri atas satu atau lebih subkulit atau subtingkat energi elektron. Bilangan kuantum azimut menyatakan subtingkat energi atau subkulit yang terdapat pada sebuah tingkat energi (kulit elektron). Nilai bilangan kuantum azimut adalah $l = 0, 1, 2, 3, \dots, (n - 1)$. Harga l tidak mungkin negatif dan tidak boleh lebih besar dari $(n - 1)$. Hubungan nilai n dan l terlihat pada Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.8 Hubungan Nilai n dan l

Nilai n	Nilai l
1	0
2	0, 1
3	0, 1, 2
4	0, 1, 2, ($n - 1$)

Setiap nilai l melambangkan subkulit tertentu. Subkulit ditandai dengan huruf s, p, d, f , dan seterusnya yang berasal dari istilah *sharp* (tajam), *principal* (utama), *diffuse* (kabur), dan *fundamental* (pokok). Istilah ini digunakan untuk notasi spektroskopi deret-deret spektrum unsur alkali.

Adanya harga bilangan kuantum orbital yang berbeda dimungkinkan untuk membagi setiap kulit menjadi subkulit atau orbital. Dari Tabel 2.8 dapat disimpulkan bahwa untuk nilai $n = 1$ maka nilai $l = 0$, berarti hanya ada 1 subkulit (1s). Untuk $n = 2$ maka nilai $l = 0$ dan $l = 1$, berarti ada 2 subkulit (2s dan 2p). Untuk $n = 3$, ada berapa subkulit? Tabel 2.9 memperlihatkan hubungan nilai l dengan simbol subkulit dan Tabel 2.10 menunjukkan hubungan kulit, jumlah orbital, dan simbol orbital.

Tabel 2.9 Hubungan Nilai l dan Simbol Subkulit

Nilai l	Simbol Subkulit
0	s
1	p
2	d
3	f
4	g

Tabel 2.10 Hubungan Kulit, Jumlah Subkulit, dan Subkulit

Kulit	Jumlah Subkulit (Orbital)	Simbol Subkulit (Orbital)
K ($n = 1$)	1 ($l = 0$)	1s
L ($n = 2$)	2 ($l = 0$ dan $l = 1$)	2s, 2p
M ($n = 3$)	3 ($l = 0, l = 1, \text{ dan } l = 2$)	3s, 3p, 3d
N ($n = 4$)	4 ($l = 0, l = 1, l = 2, \text{ dan } l = 3$)	4s, 4p, 4d, 4f

Dari Tabel 2.10 dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Setiap kulit mempunyai jumlah orbital dan simbol orbital tertentu. Misalnya, untuk kulit L ($n = 2$) mempunyai 2 orbital, yaitu 2s dan 2p. Angka 2 merupakan tingkat energi utama ke-2 atau kulit L sedangkan s dan p adalah subkulit atau orbitalnya.
- 2) Setiap kulit mengandung jenis subkulit yang sama. Sebagai contoh kulit K, L, dan M sama-sama mengandung sub kulit s. Untuk membedakan subkulit yang sama pada kulit yang berbeda maka subkulit ditandai dengan menyertakan bilangannya. Pada kulit K ($n = 1$), subkulit s diberi tanda 1s sedangkan pada kulit L ($n = 2$) subkulit s diberi tanda 2s.

3. Bilangan Kuantum Magnetik

Bilangan kuantum magnetik dengan lambang m_l atau m menunjukkan jumlah orbital yang terdapat pada subkulit dan menentukan orientasi (arah) orbital dalam ruang. Harga bilangan kuantum magnetik bergantung pada harga bilangan kuantum azimutnya, yaitu semua bilangan bulat mulai dari $-l$ sampai dengan $+l$, termasuk 0 (nol). Untuk $l = 0$, ada 1 harga $m = 0$ maka ada 1 orbital, yaitu orbital s. Selanjutnya, hubungan nilai l dan nilai m serta orbital ditunjukkan pada Tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11 Hubungan Nilai l dan Nilai m_l serta Jenis Orbital

Nilai l	Nilai m	Jenis Orbital
0	0	s
1	-1, 0, +1	p_x, p_y, p_z
2	-2, -1, 0, +1, +2	$d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{x^2-y^2}, d_{z^2}$

Setiap orbital hanya dapat diisi paling banyak 2 elektron sehingga jumlah maksimum elektron dalam subkulit (orbital) adalah sebagai berikut.

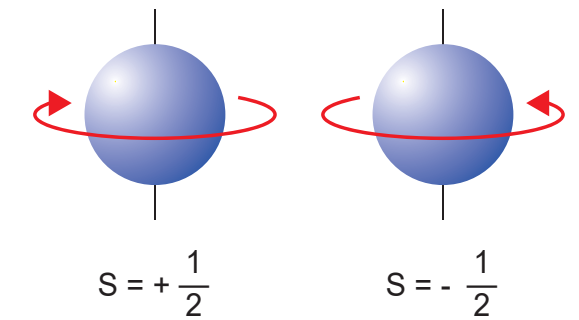
Subkulit s = 1 orbital \times 2 elektron = 2 elektron

Subkulit p = 3 orbital \times 2 elektron = 6 elektron

Subkulit d = 5 orbital \times 2 elektron = 10 elektron

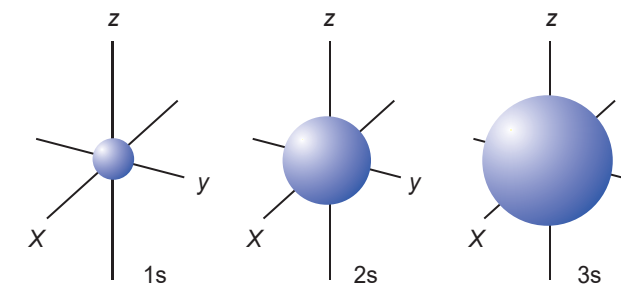
4. Bilangan Kuantum Spin

Selain mengelilingi inti atom, elektron juga berputar (rotasi) pada porosnya seperti gasing yang sedang berputar. Ada 2 kemungkinan arah perputaran, yaitu searah dengan putaran jarum jam atau berlawanan arah dengan putaran jarum jam, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11. Perbedaan arah rotasi (putaran) elektron ditunjukkan oleh bilangan kuantum spin dengan lambang s atau s_z . Nilai $s = +\frac{1}{2}$ dilambangkan dengan tanda panah ke atas \uparrow untuk elektron yang berotasi searah dengan putaran jarum jam dan $s = -\frac{1}{2}$ dilambangkan dengan tanda panah ke bawah \downarrow untuk elektron yang berotasi berlawanan arah dengan putaran jarum jam.



Gambar 2.11 Arah Spin Elektron

Setiap orbital diisi maksimum oleh 2 elektron dengan spin berlawanan, artinya elektron pertama memiliki spin $= +\frac{1}{2}$ (\uparrow) maka elektron kedua harus memiliki spin $= -\frac{1}{2}$ (\downarrow). Bilangan kuantum n, l , dan m saling berhubungan namun bilangan kuantum spin tidak bergantung pada ketiga bilangan kuantum tersebut.



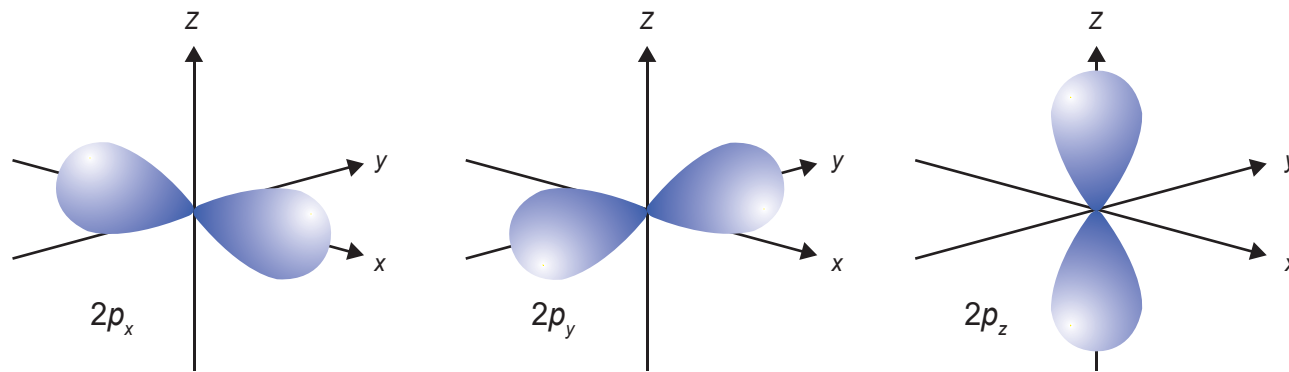
Gambar 2.12 Bentuk Orbital s

Orbital-orbital dalam suatu atom mempunyai bentuk tertentu tergantung pada jenis subkulitnya. Orbital s berbentuk bola, karena itu orbital s tidak menunjukkan arah ruang tertentu, seperti terlihat pada Gambar 2.12. Gambar tersebut menyatakan kebolehjadian ditemukannya elektron pada orbital s dalam ruang berbentuk bola.

Inti atom terdapat pada pusat bola. Kebolehjadian terbesar ditemukannya elektron dalam orbital s, yaitu pada daerah sekitar permukaan bola.

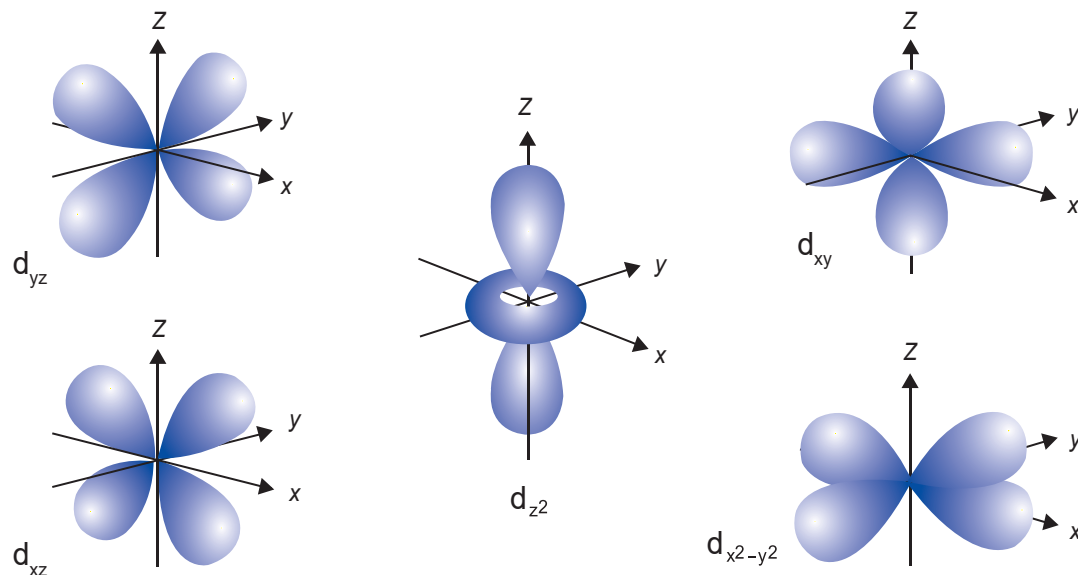
Orbital p memiliki bentuk seperti balon terpilin. Subkulit p mempunyai 3 orbital, yaitu $p_x, p_y,$

dan p_z seperti terlihat pada Gambar 2.13. Ketiga orbital ini mempunyai tingkat energi yang sama tetapi arah ruang ketiga orbital berbeda sesuai dengan harga m , yaitu -1 , 0 , dan $+1$. Ketiga orbital ini saling tegak lurus satu dengan yang lain. Bila digambarkan pada sistem koordinat Cartesius, masing-masing orbital p terletak pada sumbu x , y , dan z . Orbital p yang terletak pada sumbu x , ditandai sebagai orbital p_x , yang terletak pada sumbu y dan z ditandai sebagai p_y dan p_z secara berurutan.



Gambar 2.13 Bentuk Orbital-orbital p

Subkulit d terdiri atas 5 orbital d yang mempunyai tingkat energi yang sama tetapi arah ruangnya berbeda. Orbital d memiliki 5 macam orientasi ruang sesuai dengan harga m , yaitu -2 , -1 , 0 , $+1$ dan $+2$. Ada tiga orbital d yang terletak di antara sumbu-sumbu x , y , dan z pada koordinat Cartesius, ditandai sebagai orbital d_{xy} , d_{xz} , dan d_{yz} . Sedangkan dua orbital d lainnya terletak di sepanjang sumbu-sumbu x , y , dan z dan tegak lurus satu dengan yang lain, ditandai sebagai $d_{x^2-y^2}$, dan d_{z^2} . Bentuk kelima orbital d ditunjukkan pada Gambar 2.14 berikut.



Gambar 2.14 Bentuk Orbital-orbital d

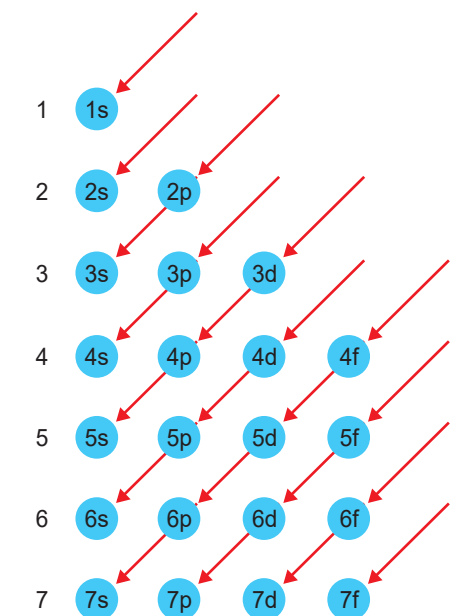
Aturan/Prinsip Pengisian Elektron dalam Atom

Setiap atom unsur mempunyai konfigurasi elektron yang khas. Konfigurasi elektron menggambarkan susunan elektron pada orbital-orbital dalam atom. Konfigurasi elektron dalam atom ditentukan oleh keempat bilangan kuantum. Pengisian elektron dalam orbital mengikuti beberapa aturan atau prinsip, yaitu: Prinsip Aufbau, Asas Larangan Pauli atau Prinsip Eksklusi Pauli, Aturan Hund atau Kaidah Hund.

1. Prinsip Aufbau

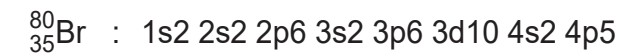
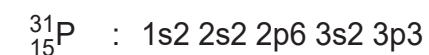
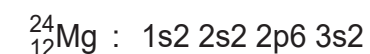
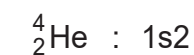
Pengisian elektron dalam orbital harus memenuhi Prinsip Aufbau (Aufbau dari bahasa Jerman artinya membangun. Prinsip Aufbau menyatakan bahwa pengisian elektron dimulai dari subkulit yang berenergi paling rendah. Setelah penuh, elektron berikutnya mengisi subkulit yang berenergi lebih tinggi.

Orbital yang mempunyai tingkat energi paling rendah adalah $1s$, berikutnya $2s$, $2p$, $3s$, $3p$, $4s$, $3d$. Tingkat energi orbital $4s$ lebih rendah dari tingkat energi orbital $3d$ sehingga setelah orbital $3p$ terisi penuh, elektron akan mengisi orbital $4s$ lebih dulu, kemudian mengisi orbital $3d$. Cara yang paling mudah untuk memahami urutan pengisian elektron pada orbital dalam atom adalah mengikuti tanda panah seperti terlihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Urutan Pengisian Elektron pada Orbital

Berikut ini diberikan contoh pengisian elektron-elektron dalam orbital-orbital.



Penulisan konfigurasi elektron dari suatu atom yang berelektron banyak dapat disingkat dengan cara menuliskan lambang unsur gas mulia yang sesuai.

Contoh:

Tuliskan konfigurasi elektron untuk unsur-unsur berikut!

- ${}^{14}_7\text{N}$
- ${}^{32}_{16}\text{S}$
- ${}^{45}_{21}\text{Sc}$

Jawaban:

- Konfigurasi elektron : $1s^2 2s^2 2p^3$
Konfigurasi elektron ${}^4_2\text{He} : 1s^2 = [\text{He}]$
Maka konfigurasi elektron disingkat menjadi, ${}^{14}_7\text{N} : [\text{He}] 2s^2 2p^3$
- Konfigurasi elektron ${}^{32}_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
Konfigurasi elektron ${}^{20}_{10}\text{Ne} : 1s^2 2s^2 2p^6 = [\text{Ne}]$
Maka konfigurasi elektron ${}^{32}_{16}\text{S} : [\text{Ne}] 3s^2 3p^4$
- Konfigurasi elektron ${}^{45}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
Konfigurasi elektron ${}^{40}_{18}\text{Ar} : [\text{Ne}] 3s^2 3p^6 = [\text{Ar}]$
Maka konfigurasi elektron ${}^{45}_{21}\text{Sc} : [\text{Ar}] 3d^1 4s^2$

Anda sudah mempelajari elektron valensi, yaitu elektron yang terdapat pada kulit terluar atom atau kulit valensi. Untuk atom-atom yang subkulit terluarnya s atau p maka elektron valensi ditunjukkan oleh bilangan kuantum utama terbesar. Elektron valensi untuk atom yang subkulit terluarnya p ditentukan dari jumlah elektron pada subkulit s dan p yang mempunyai bilangan kuantum utama terbesar.

Contoh:

Tentukan elektron valensi dari unsur: ${}^{27}_{13}\text{Al}$ dan ${}^{35,5}_{17}\text{Cl}$

Jawaban:

Konfigurasi elektron ${}^{27}_{13}\text{Al} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

Kulit valensi adalah 3s dan 3p, elektron valensi = 3 meliputi 2 elektron dari 3s dan 1 elektron dari 3p.

Konfigurasi elektron ${}^{35,5}_{17}\text{Cl} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

Kulit valensi adalah 3s dan 3p, serta elektron valensi = 7

Untuk atom-atom yang subkulit terluarnya d maka kulit valensi terdiri atas subkulit $(n - 1)d$ dan subkulit ns.

Contoh:

Tentukan elektron valensi dari ${}^{45}_{21}\text{Sc}$

Jawaban:

Konfigurasi elektron ${}^{45}_{21}\text{Sc} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$

Kulit valensi adalah 4s dan 3d, elektron valensi = 3 meliputi 2 elektron dari 4s dan 1 elektron dari 3d.

2. Asas Larangan Pauli

Pada tahun 1924 W. Pauli menyatakan bahwa dalam satu orbital tidak mungkin terdapat 2 elektron yang mempunyai keempat bilangan kuantum yang sama. Artinya, jika 2 elektron mempunyai nilai bilangan kuantum utama, azimut, dan magnetik yang sama maka bilangan kuantum spinnya harus berbeda atau berlawanan. Dengan demikian, elektron-elektron yang berada dalam satu orbital yang sama mempunyai nilai n , l , dan m sama maka s harus berbeda, yaitu $-\frac{1}{2}$ atau $+\frac{1}{2}$. Jadi, dalam satu orbital paling banyak terdapat 2 elektron dengan arah rotasi yang berlawanan atau spin berpasangan.

Contoh:

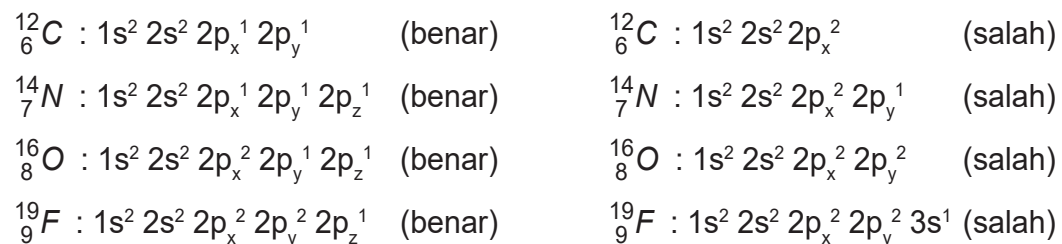
Tentukan bilangan kuantum n , l , m , dan s untuk elektron pada kulit L ($n = 2$).

Jawaban:

Bilangan Kuantum				Orbital	Jumlah Elektron
Utama (n)	Azimut (l)	Magnetik(m)	Spin (s)		
2	0	0	$+\frac{1}{2}$	2s	2
2	0	0	$-\frac{1}{2}$		
2	1	-1	$+\frac{1}{2}$	2px	2
2	1	-1	$-\frac{1}{2}$		
2	1	0	$+\frac{1}{2}$	2py	2
2	1	0	$-\frac{1}{2}$		
2	1	+1	$+\frac{1}{2}$	2pz	2
2	1	+1	$-\frac{1}{2}$		

3. Aturan Hund

Anda sudah mengenal ketiga orbital p , yaitu p_x , p_y , dan p_z . Ketiga orbital p tersebut mempunyai tingkat energi sama. Demikian juga halnya dengan kelima orbital d , yaitu d_{xy} , d_{xz} , d_{yz} , $d_{x^2-y^2}$, dan d_{z^2} mempunyai tingkat energi sama. Orbital-orbital pada subkulit yang sama mempunyai tingkat energi yang sama pula. Sekarang bandingkan konfigurasi elektron untuk atom unsur yang sama berikut ini!



Mengapa?

Menurut aturan Hund, pengisian elektron pada orbital-orbital yang tingkat energinya sama, seperti ketiga orbital p dan kelima orbital d masing-masing diisi lebih dahulu oleh satu elektron dengan spin sama, kemudian menyusul elektron kedua dengan spin berlawanan mengisi orbital-orbital tersebut.

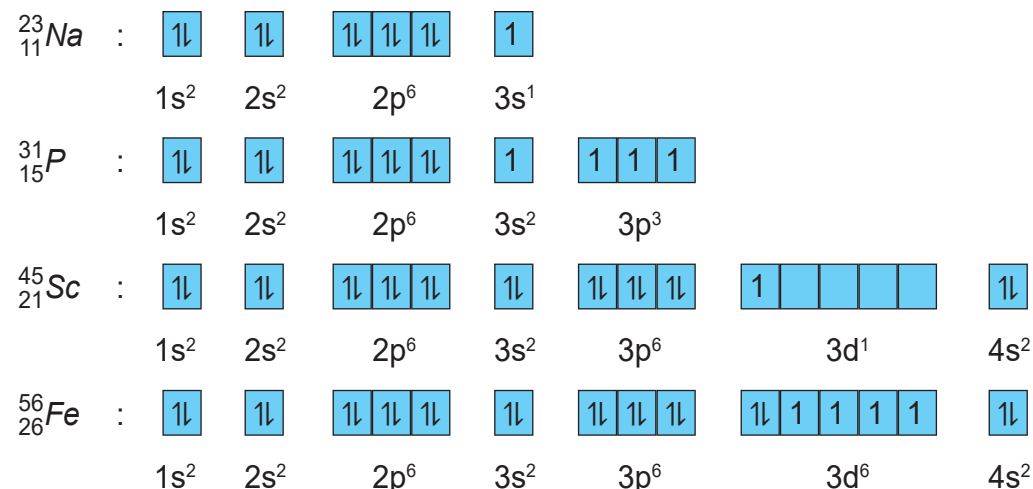
Susunan elektron dalam atom dapat dinyatakan dengan diagram orbital, dimana orbital dilambangkan sebagai persegi dan elektron sebagai tanda panah. Orbital-orbital yang berenergi sama seperti ketiga orbital p dan kelima orbital d digambarkan dengan sekelompok persegi yang bersisian. Subkulit s mempunyai satu orbital, digambarkan sebagai □ dan subkulit p mempunyai 3 orbital, digambarkan sebagai □□□ serta subkulit d mempunyai 5 orbital, digambarkan sebagai □□□□□

Sedangkan orbital-orbital dengan tingkat energi yang berbeda digambarkan dengan persegi yang terpisah.

Contoh:

a. Tuliskan diagram orbital unsur $^{23}_{11}\text{Na}$, $^{31}_{15}\text{P}$, $^{45}_{21}\text{Sc}$ dan $^{56}_{26}\text{Fe}$

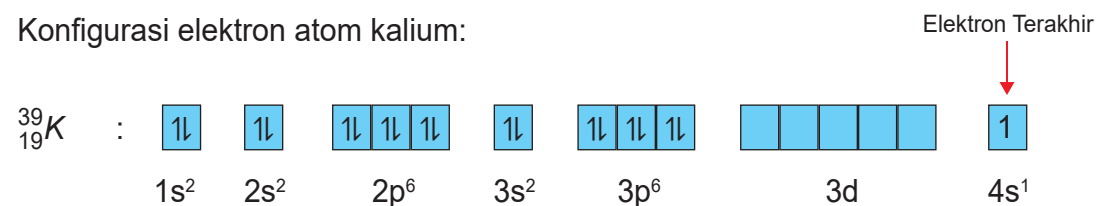
Jawaban:



b. Tentukan keempat bilangan kuantum untuk elektron terakhir pada atom kalium (K) dan nikel (Ni).

Jawaban:

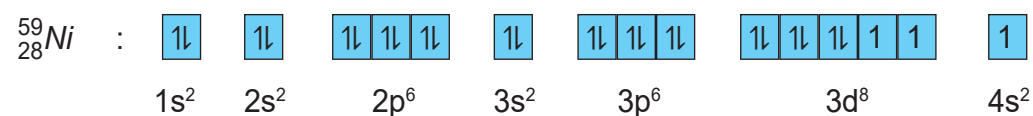
Konfigurasi elektron atom kalium:



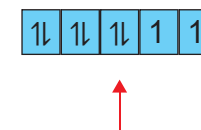
Ternyata elektron terakhir pada 4s¹ maka keempat bilangan kuantumnya adalah:

$$n = 4, l = 0, m = 0, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$$

Konfigurasi elektron nikel:



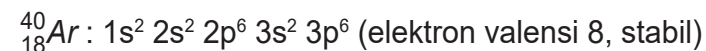
Ternyata elektron terakhir pada 3d⁸ maka nilai keempat bilangan kuantumnya adalah:



$$\text{Elektron terakhir } n = 4, l = 2, m = 0, \text{ dan } s = -\frac{1}{2}$$

4. Orbital Penuh dan Setengah Penuh

Konfigurasi elektron suatu unsur menggambarkan sifat unsur tersebut. Hasil eksperimen membuktikan bahwa orbital yang terisi penuh dan orbital yang terisi setengah penuh berada dalam keadaan lebih stabil. Contoh orbital yang terisi penuh adalah gas mulia yang dikenal sebagai konfigurasi *oktet*, kecuali He.



Contoh orbital setengah penuh:



orbital 3d dan 4s setengah penuh lebih stabil, berdasarkan eksperimen.



orbital 3d penuh dan 4s setengah penuh, lebih stabil, hasil percobaan.

bukan $^{52}_{24}\text{Cr} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{3d^4} \underline{4s^2}$
menurut Aufbau

bukan $^{64}_{29}\text{Cu} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{3d^9} \underline{4s^2}$
menurut Aufbau

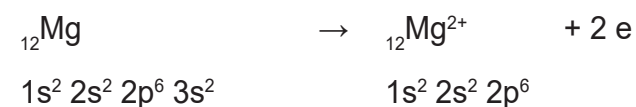
Dari contoh tersebut terbukti bahwa konfigurasi elektron menurut Aufbau tidak selalu tepat.

5. Konfigurasi Elektron Ion

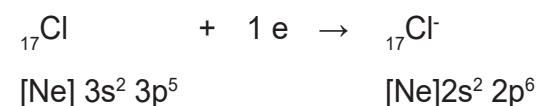
Ion terbentuk dari atom netral dengan melepas atau menangkap elektron.



Atom Na memiliki 11 elektron sedangkan ion Na⁺ memiliki 10 elektron.



Atom Mg memiliki 12 elektron sedangkan ion Mg²⁺ memiliki 10 elektron.



Atom Cl memiliki 17 elektron sedangkan ion memiliki 18 elektron.

Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Letak Unsur dalam Tabel Periodik Unsur

Bagaimana hubungan konfigurasi elektron dalam atom dengan letak unsur dalam Tabel Periodik unsur? Pada bagian ini akan dibahas tentang hubungan konfigurasi elektron dengan golongan dan periode serta pengelompokan unsur ke dalam blok *s*, blok *p*, blok *d*, dan blok *f* berdasarkan konfigurasi elektronnya. Sistem Periodik Modern disebut juga Sistem Periodik Panjang disusun berdasarkan kenaikan nomor atom. Sistem Periodik Modern terdiri atas 18 golongan dan 7 periode yang menggambarkan pengelompokan unsur yang berhubungan langsung dengan konfigurasi elektronnya. Perhatikan Tabel Periodik Unsur yang tercantum di balik cover modul ini.

1. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Golongan

Unsur segolongan, yaitu unsur-unsur yang terletak pada satu lajur tegak (vertikal) dalam sistem periodik yang mempunyai sifat-sifat yang sangat mirip. Bagaimana hubungan konfigurasi elektron dengan golongan? Perhatikan Tabel 2.12 berikut!

Tabel 2.12 Konfigurasi Elektron dan Golongan

Unsur	Konfigurasi Elektron	Elektron Valensi	Golongan
${}^1_1\text{H}$	$1s^1$	1	IA
${}^3_3\text{Li}$	$1s^2 2s^1$	1	IA
${}^{11}_{11}\text{Na}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	1	IA
${}^{19}_{19}\text{K}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	1	IA
${}^{37}_{37}\text{Rb}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$	1	IA
${}^4_4\text{Be}$	$1s^2 2s^2$	2	IIA
${}^{12}_{12}\text{Mg}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	2	IIA
${}^{20}_{20}\text{Ca}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	2	IIA
${}^{38}_{38}\text{Sr}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$	2	IIA
${}^{56}_{56}\text{Ba}$	$[\text{Xe}] 6s^2$	2	IIA
${}^9_9\text{F}$	$1s^2 2s^2 2p^5$	7	VIIA
${}^{17}_{17}\text{Cl}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	7	VIIA
${}^{35}_{35}\text{Br}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	7	VIIA
${}^{53}_{53}\text{I}$	$[\text{Kr}] 4d^{10} 5s^2 5p^5$	7	VIIA

Dari Tabel 2.12 terlihat bahwa penomoran golongan sesuai dengan jumlah elektron valensi (elektron pada kulit terluar) dari atom unsur. Semua atom unsur golongan IA mempunyai elektron valensi 1 yang ditunjukkan oleh konfigurasi elektronnya yang berakhir pada ns^1 . Golongan IIA mempunyai elektron valensi 2 dan konfigurasi elektronnya berakhir pada ns^2 . Untuk lebih jelasnya perhatikan Tabel 2.13. Unsur-unsur segolongan mempunyai sifat yang sangat mirip karena sifat suatu unsur ditentukan oleh konfigurasi elektron valensinya.

Tabel 2.13 Hubungan Konfigurasi Elektron Valensi dan Penggolongan Unsur

Nama Golongan	Konfigurasi Elektron Valensi	Golongan Unsur
Alkali	ns^1	IA
Alkali tanah	ns^2	IIA
Boron, Aluminium	$ns^2 np^1$	IIIA
Karbon	$ns^2 np^2$	IVA
Nitrogen, Fosfor	$ns^2 np^3$	VA
Oksigen, Belerang	$ns^2 np^4$	VIA
Halogen	$ns^2 np^5$	VIIA
Gas mulia	$ns^2 np^6$	VIIIA
transisi	$(n-1) d^1 ns^2$	IIIB
transisi	$(n-1) d^2 ns^2$	IVB
transisi	$(n-1) d^3 ns^2$	VB
transisi	$(n-1) d^5 ns^1$	VIB
transisi	$(n-1) d^5 ns^2$	VIIB

Nama Golongan	Konfigurasi Elektron Valensi	Golongan Unsur
transisi	$(n - 1) d^6 ns^2$	VIII B
transisi	$(n - 1) d^7 ns^2$	
transisi	$(n - 1) d^8 ns^2$	
transisi	$(n - 1) d^{10} ns^1$	IB
transisi	$(n - 1) d^{10} ns^2$	IIB

Golongan dalam sistem periodik terdiri atas golongan utama (golongan A) dan golongan transisi (golongan B). Unsur-unsur golongan utama mempunyai elektron valensi sama dengan nomor golongannya. Misalnya golongan VIIA mempunyai elektron valensi = 7 yang berasal dari $ns^2 np^5$. Sedangkan golongan transisi mempunyai elektron valensi $(n - 1)d^{1-10} ns^2$ dimana n adalah nomor periode.

2. Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Periode

Seperti halnya golongan, periode dalam sistem periodik juga berhubungan dengan konfigurasi elektron. Bagaimana hubungan konfigurasi elektron dengan periode? Perhatikan Tabel 2.14 berikut.

Tabel 2.14 Hubungan Konfigurasi Elektron dan Periode

Unsur	Konfigurasi Elektron	Jumlah Kulit	Periode
₃ Li	$1s^2 2s^1$	2	2
₉ F	$1s^2 2s^2 2p^5$	2	2
₁₂ Mg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3	3
₁₇ Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	3	3
₂₀ Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4	4
₃₅ Br	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$	4	4
₃₈ Sr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$	5	5
₅₃ I	$[Kr] 4d^{10} 5s^2 5p^5$	5	5

Dari Tabel 2.14 dapat disimpulkan bahwa jumlah kulit yang terisi elektron dari suatu atom menunjukkan periode unsur tersebut. Secara singkat dapat ditulis:

$$\text{Jumlah kulit} = \text{nomor periode}$$

Sistem periodik modern terdiri atas 7 periode, yaitu:

Periode 1 memiliki 2 unsur, yaitu H dan He

Periode 2 memiliki 8 unsur, disebut periode pendek

Periode 3 memiliki 8 unsur, disebut periode pendek

Periode 4 memiliki 18 unsur, disebut periode panjang

Periode 5 memiliki 18 unsur, disebut periode

Periode 6 memiliki 32 unsur, merupakan periode terpanjang

Periode 7 memiliki 26 unsur (belum lengkap)

3. Pengelompokan Unsur ke Dalam Blok s, Blok p, Blok d, dan Blok f

Berdasarkan konfigurasi elektron terluar pada kulit valensi, unsur-unsur dalam sistem periodik dapat dikelompokkan ke dalam 4 blok, yaitu blok s, blok p, blok d, dan blok f. Bagaimana caranya mengelompokkan unsur-unsur ke dalam blok-blok tersebut? Perhatikan Tabel 2.15 berikut ini!

Tabel 2.15 Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Blok s, p, d, dan f

Unsur	Konfigurasi Elektron	Kulit Valensi	Blok	Golongan
¹¹ Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	3s	s	IA
²⁰ Ca	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4s		IIA
⁵ B	$1s^2 2s^2 2p^1$	2s dan 2p	p	IIIA
¹⁴ Si	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	3s dan 3p		IVA
¹⁵ P	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	3s dan 3p		VA
⁸ O	$1s^2 2s^2 2p^4$	2s dan 2p		VIA
¹⁷ Cl	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	3s dan 3p		VIIA
¹⁸ Ar	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	3s dan 3p		VIIIA
²¹ Sc	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$	3d dan 4s	d	IIIB
²² Ti	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$	3d dan 4s		IVB
²³ V	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$	3d dan 4s		VB
²⁴ Cr	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$	3d dan 4s		VIB
²⁵ Mn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$	3d dan 4s		VII B
²⁶ Fe	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$	3d dan 4s		VIII B
²⁷ Co	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	3d dan 4s		
²⁸ Ni	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$	3d dan 4s		
²⁹ Cu	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$	3d dan 4s		IB
³⁰ Zn	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	3d dan 4s		IIB
⁵⁸ Ce	$[Xe] 6s^2 4f^2$	4f dan 6s	f	lantanida
⁵⁹ Pr	$[Xe] 6s^2 4f^3$	4f dan 6s		
⁶⁰ Nd	$[Xe] 6s^2 4f^4$	4f dan 6s		

Dari Tabel 2.15 dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini.

1. **Blok s** adalah unsur-unsur yang elektron terluarnya mengisi orbital **s** (ns^1 dan ns^2). Unsur-unsur H, He, golongan IA, dan IIA termasuk blok s.
2. **Blok p** adalah unsur-unsur yang elektron terluarnya mengisi orbital ns^2 dan np^{1-6} . Unsur-unsur golongan IIIA sampai dengan golongan VIIIA termasuk blok p.
3. **Blok d** adalah unsur-unsur yang elektron terluarnya mengisi orbital-orbital ns^2 dan $(n - 1)d^{1-10}$. Unsur-unsur yang termasuk dalam blok ini adalah unsur-unsur golongan IB sampai dengan VIIB ditambah dengan unsur golongan VIIIB. Unsur-unsur pada golongan ini disebut unsur transisi.
4. **Blok f** adalah unsur-unsur yang elektron terluarnya mengisi **orbital f (4f dan 5f)**. Kelompok unsur ini disebut unsur-unsur transisi dalam yang meliputi unsur-unsur lantanida dan aktinida. Unsur-unsur lantanida ada 14 unsur, meliputi unsur-unsur dengan nomor atom 58 ($_{58}\text{Ce}$) sampai dengan 71 ($_{71}\text{Lu}$). Keempat belas unsur-unsur lantanida ini seharusnya berada dalam satu kotak dengan unsur lantanum ($_{57}\text{La}$) karena sifat-sifatnya yang sangat mirip. Demikian juga halnya dengan unsur-unsur aktinida mulai dengan nomor atom 90 ($_{90}\text{Th}$) sampai dengan 103 ($_{103}\text{Lr}$) seharusnya terdapat dalam satu kotak dengan unsur aktinium ($_{89}\text{Ac}$) karena sifat-sifatnya yang sangat mirip. Jadi, unsur-unsur lantanida termasuk periode 6 dan golongan IIIB sedangkan unsur-unsur aktinida termasuk periode 7

dalam sistem periodik modern.

PENUGASAN

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal unsur hidrogen (H), karbon (C), oksigen (O), nitrogen (N), natrium (Na), posfor (P), belerang (S), fluor (F), klor (Cl), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), Aluminium (Al), tembaga (Cu), besi (Fe), dan lain-lain. Tugas Anda adalah menentukan konfigurasi elektron unsur tersebut dan electron valensi berdasarkan nomor atomnya.

Berdasarkan konfigurasi elektron, tentukan posisi elektron terakhir sesuai dengan bilangan kuantum dan tentukan letak unsur (golongan dan periode) unsur tersebut dalam Tabel Periodik Unsur.

Tujuan: Setelah mempelajari Modul 2 Unit 2 ini, Anda diharapkan mampu:

- Menuliskan konfigurasi elektron beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari
- Menentukan elektron valensi beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari
- Menggambar diagram orbital beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari sesuai aturan/

prinsip pengisian elektron dalam orbital atom.

- Menentukan posisi elektron terakhir berdasar bilangan kuantum.
- Menentukan letak unsur (golongan dan periode) dalam Tabel Periodik Unsur

Media: Gunakan Tabel Periodik Unsur yang tersedia di balik cover modul ini.

Langkah-langkah Kegiatan:

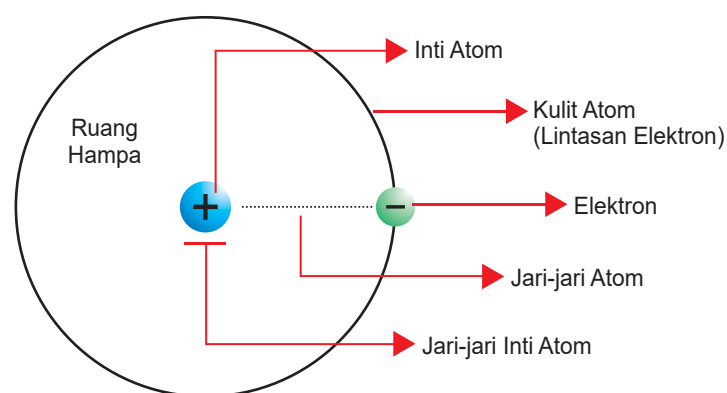
Untuk menyelesaikan tugas ini, ikuti langkah berikut.

- Perhatikan Tabel Periodik Unsur yang tercantum di balik cover modul ini. Catat nomor atom unsur yang Anda perlukan untuk menyelesaikan tugas.
- Tuliskan konfigurasi elektron beberapa unsur, misalnya: karbon (C), oksigen (O), nitrogen (N), natrium (Na), posfor (P), belerang (S), fluor (F), klor (Cl), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), Aluminium (Al), tembaga (Cu), dan besi (Fe).
- Tuliskan cara menyingkat konfigurasi elektron unsur tersebut.
- Tentukan elektron valensi beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari
- Buat gambar diagram orbital beberapa unsur dalam kehidupan sehari-hari sesuai aturan/prinsip pengisian elektron dalam orbital atom.
- Tentukan posisi elektron terakhir berdasar bilangan kuantum.
- Tentukan letak unsur (golongan dan periode) dalam Tabel Periodik Unsur

Keteraturan sifat unsur-unsur dalam sistem periodik terlihat pada jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan. Sifat-sifat unsur tersebut berhubungan erat dengan konfigurasi elektron dalam atom unsur sehingga juga berhubungan langsung dengan golongan dan periode unsur dalam sistem periodik.

Jari-jari Atom

Atom terdiri dari inti atom dan elektron yang beredar mengelilingi inti. Jari-jari atom atau ion menggambarkan jarak dari pusat inti atom ke kulit terluar atom. Jari-jari atom beberapa unsur terlihat pada Tabel 2.16 berikut ini.



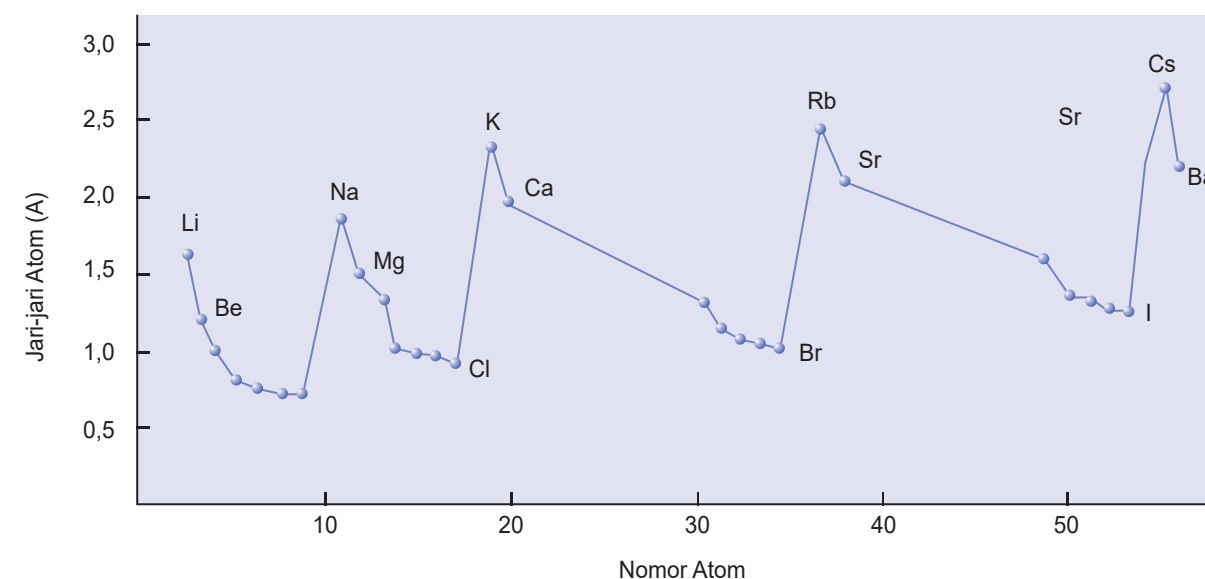
Gambar 2.16 Jari-jari Atom

Tabel 2.16 Jari-Jari Atom Unsur-Unsur (dalam Angstrom)

Unsur perioda ke-2 Jari-jari	Li 1,55	Be 1,12	B 0,98	C 0,77	N 0,75	O 0,74	F 0,72
Unsur perioda ke-3 Jari-jari	Na 1,90	Mg 1,60	Al 1,43	Si 1,11	P 1,06	S 1,02	Cl 0,99
Unsur perioda ke-4 Jari-jari	K 2,35	Ca 1,98	Ga 1,41	Ge 1,22	As 1,19	Se 1,16	Br 1,14
Unsur perioda ke-5 Jari-jari	Rb 2,48	Sr 2,15	In 1,66	Sn 1,41	Sb 1,38	Te 1,35	I 1,33
Unsur perioda ke-6 Jari-jari	Cs 2,67	Ba 2,21	Tl 1,71	Pb 1,75	Bi 1,46		

Perhatikan Tabel 2.16, bagaimana kecenderungan jari-jari atom untuk unsur-unsur seperiode? Pada umumnya jari-jari atom unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan berangsur-angsur berkurang, sedangkan jari-jari atom unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke

bawah bertambah. Mengapa? Dalam satu periode nomor atom unsur-unsur dari kiri ke kanan bertambah, sehingga muatan intinya juga makin besar. Makin besarnya muatan inti (muatan positif), makin besar tarikannya terhadap elektron yang terdapat dalam kulit atom, berarti dari ke kanan jarak elektron ke inti makin dekat yang mengakibatkan jari-jari atom makin kecil. Unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah, muatan inti atom bertambah dan jumlah kulit elektron juga bertambah banyak, menyebabkan jari-jari atom bertambah besar. Hubungan nomor atom dengan jari-jari atom dapat dilihat pada grafik berikut.

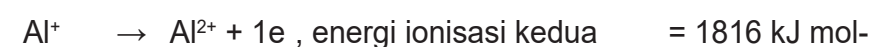


Gambar 2.17 Hubungan nomor atom dan jari-jari atom

Energi Ionisasi

Elektron dapat terlepas dari atom netral membentuk ion positif. Energi minimum yang diperlukan oleh atom netral dalam bentuk gas untuk melepaskan satu elektron membentuk ion bermuatan positif satu (+1) disebut energi ionisasi pertama. Jika atom tersebut melepaskan elektronnya yang kedua dari ion bermuatan +1, diperlukan energi minimum untuk melepaskan elektron kedua yang disebut energi ionisasi kedua, yang jauh lebih besar dari energi ionisasi pertama. Jadi, energi ionisasi semakin besar seiring dengan banyaknya elektron yang dilepaskan.

Contoh:



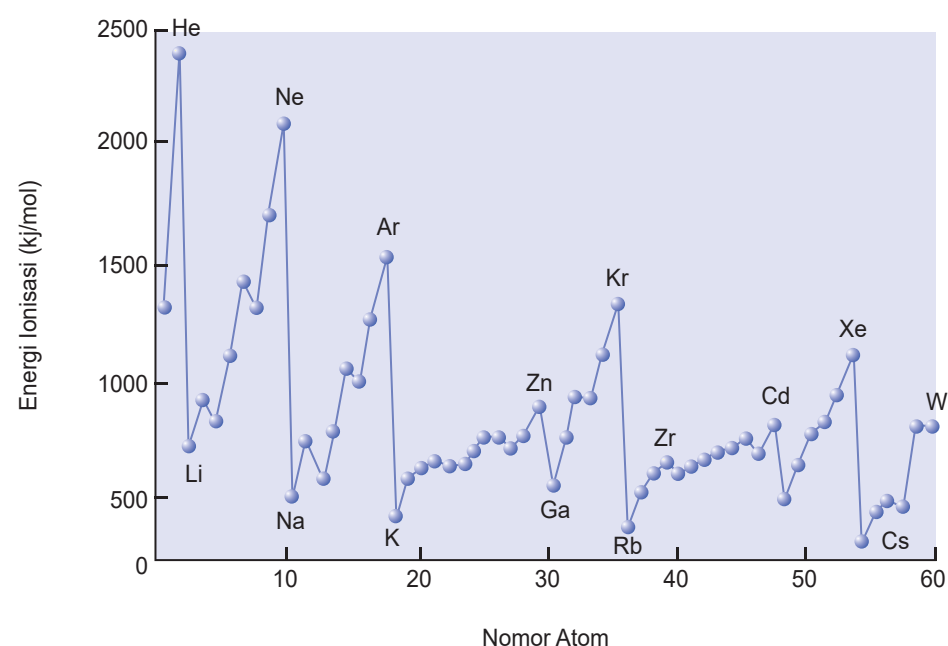
Energi ionisasi beberapa atom unsur terlihat pada Tabel 2.17 berikut ini.

Tabel 2.17 Energi Ionisasi Unsur-unsur (k kal/mol atom)

Unsur perioda ke-2 Energi ionisasi	Li 124	Be 215	B 191	C 260	N 325	O 314	F 402	Ne 495
Unsur perioda ke-3 Energi ionisasi	Na 118	Mg 176	Al 138	Si 188	P 253	S 239	Cl 299	Ar 362
Unsur perioda ke-4 Energi ionisasi	K 100	Ca 141	Ga 138	Ge 187	As 242	Se 225	Br 273	Kr 322
Unsur perioda ke-5 Energi ionisasi	Rb 96	Sr 131	In 133	Sn 169	Sb 199	Te 208	I 241	Xe 279
Unsur perioda ke-6 Energi ionisasi	Cs 90	Ba 120	Tl 141	Pb 171	Bi 195			Rn 248

Perhatikan Tabel 2.17 di atas, bagaimana kecenderungan energi ionisasi untuk unsur-unsur seperiode dan segolongan? Perhatikan unsur-unsur seperiode, pada umumnya dari kiri ke kanan energi ionisasi makin besar sedangkan untuk unsur-unsur segolongan dari atas ke bawah energi ionisasi makin kecil. Mengapa?

Faktor-faktor yang mempengaruhi energi ionisasi atau potensial ionisasi adalah muatan inti dan ukuran jari-jari atom. Makin besar muatan inti berarti makin kuat menarik elektron ke inti, menyebabkan elektron sulit terlepas atau memerlukan energi ionisasi yang besar. Sedangkan makin besar jari-jari atom berarti daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin kecil menyebabkan elektron mudah terlepas. Dengan demikian energi ionisasi makin kecil dan makin reaktif atom unsur tersebut. Untuk unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan muatan inti bertambah

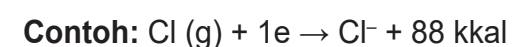


Gambar 2.18 Hubungan energi ionisasi pertama dan nomor atom

besar sedangkan jumlah kulit elektron tetap, mengakibatkan daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin besar maka energi ionisasi makin besar. Sedangkan unsur-unsur segolongan dari atas ke bawah jari-jari atom bertambah besar, daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin kecil akibatnya energi ionisasi makin kecil. Hubungan energi ionisasi pertama dan nomor atom unsur-unsur digambarkan pada grafik gambar 2.18.

Afinitas Elektron

Atom-atom dapat membentuk ion negatif. Energi yang diserap atau dibebaskan oleh atom netral dalam bentuk gas ketika menerima sebuah elektron untuk membentuk ion negatif disebut afinitas elektron.



Atom Cl menerima sebuah elektron dan berubah menjadi ion Cl^- dengan membebaskan energi sebesar 88 kkal. Unsur-unsur halogen merupakan unsur yang paling mudah menerima elektron berarti makin mudah membentuk ion negatif dan makin reaktif unsurnya. Harga afinitas elektron unsur halogen dapat dilihat pada Tabel 2.18 berikut.

Tabel 2.18 Afinitas Elektron Unsur Halogen

Unsur Halogen	F	Cl	Br	I
Afinitas elektron (kJ mol ⁻¹)	- 354	- 370	- 348	- 320

Perhatikan Tabel 2.18, bagaimana kecenderungan harga afinitas elektron dari atas ke bawah untuk unsur golongan halogen? Dalam satu periode dari kiri ke kanan, harga afinitas elektron bertambah atau semakin negatif. Sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah harga afinitas elektron berkurang atau semakin positif. Mengapa? Harga afinitas elektron bagi kebanyakan unsur belum diketahui dengan tepat karena belum ditemukan cara yang baik untuk menentukannya secara langsung.

Keelektronegatifan

Menurut skala Pauling harga keelektronegatifan terbesar dimiliki oleh atom F, yaitu 4 dan harga terkecil dimiliki oleh atom Fr, yaitu 0,7. Harga keelektronegatifan unsur-unsur terlihat pada Tabel 2.19 berikut.

Tabel 2.19 Keelektronegatifan Unsur

Unsur perioda ke-1 Keelektronegatifan	H						
	2,1						
Unsur perioda ke-2 Keelektronegatifan	Li	Be	B	C	N	O	F
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Unsur perioda ke-3 Keelektronegatifan	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0
Unsur perioda ke-4 Keelektronegatifan	K	Ca	Sc	Ge	As	Se	Br
	0,8	1,0	1,3	1,8	2,0	2,4	2,8
Unsur perioda ke-5 Keelektronegatifan	Rb	Sr	Y	Sn	Sb	Te	I
	0,8	1,0	1,2	1,8	1,9	2,1	2,5
Unsur perioda ke-6 Keelektronegatifan	Cs	Ba					
	0,7	0,9					

Perhatikan Tabel 2.19, bagaimana kecenderungan harga keelektronegatifan unsur-unsur seperiode dan unsur-unsur segolongan? Ukuran kemampuan suatu atom untuk menarik elektron dalam ikatannya disebut keelektronegatifan. Dari tabel 2.19 terlihat bahwa untuk unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan harga keelektronegatifan semakin besar. Sedangkan untuk unsur-unsur segolongan, dari atas ke bawah harga keelektronegatifan berkurang.

Menganalisis sifat keperiodikan unsur, meliputi: jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan dikaitkan dengan nomor atom unsur segolongan dan seperiode.

PENUGASAN

Tujuan: Setelah mempelajari Modul 2 Unit 3 ini, Anda diharapkan mampu:

- Menganalisis hubungan antara nomor atom dengan jari-jari atom
- Menganalisis hubungan antara nomor atom dengan energi ionisasi
- Menganalisis hubungan antara nomor atom dengan afinitas elektron
- Menganalisis hubungan antara nomor atom dengan keelektronegatifan

Media:

- Tabel Periodik Unsur yang tersedia di balik cover modul ini.
- Data tentang jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan dalam tabel dan atau grafik.

Langkah-langkah Kegiatan:

- Perhatikan data tentang jari-jari atom unsur-unsur segolongan dan unsur-unsur seperiode pada tabel atau grafik. Kemudian jelaskan kecenderungan jari-jari atom dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah atau sebaliknya. Tuliskan kesimpulan Anda!
- Perhatikan data tentang energi ionisasi unsur-unsur segolongan dan unsur-unsur seperiode pada tabel atau grafik. Kemudian jelaskan kecenderungan energi ionisasi dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah atau sebaliknya. Tuliskan kesimpulan Anda!
- Perhatikan data tentang afinitas elektron unsur-unsur segolongan dan unsur-unsur seperiode pada tabel atau grafik. Kemudian jelaskan kecenderungan afinitas elektron dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah atau sebaliknya. Tuliskan kesimpulan Anda!
- Perhatikan data tentang keelektronegatifan unsur-unsur segolongan dan unsur-unsur seperiode pada tabel atau grafik. Kemudian jelaskan kecenderungan keelektronegatifan dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah atau sebaliknya. Tuliskan kesimpulan Anda!



Rangkuman

1. Atom terdiri atas inti atom dan elektron yang tersebar dalam kulit-kulit atom. Inti atom dibangun oleh proton yang bermuatan positif dan neutron yang netral. Proton, neutron, dan elektron merupakan partikel dasar penyusun atom. Jadi, semua atom mengandung proton, neutron, dan elektron.
2. Nomor atom (Z) menyatakan jumlah proton dalam inti atom dan menunjukkan muatan inti. Untuk atom netral maka proton sama dengan jumlah elektron, sehingga nomor atom = jumlah proton = jumlah elektron.
3. Nomor massa A suatu atom menunjukkan jumlah nukleon (proton dan neutron) yang terdapat dalam inti atom. Nomor Massa (A) = Jumlah proton (p) + Jumlah neutron (n)
4. Isotop-isotop suatu unsur mempunyai nomor atom sama tetapi nomor massa berbeda.
5. Elektron dalam atom berada dalam kulit-kulit. Jumlah maksimum elektron dalam suatu kulit dinyatakan dengan rumus $2n^2$.
6. Elektron valensi menunjukkan jumlah elektron pada kulit terluar.
7. Menurut teori atom modern, elektron dalam atom berada dalam orbital-orbital. Orbital atom adalah volume ruang yang memiliki kebolehjadian terbesar untuk menemukan elektron.
8. Orbital-orbital yang mempunyai tingkat energi sama atau hampir sama membentuk kulit.
9. Subkulit s , p , dan d masing-masing memiliki 1 orbital, 3 orbital, dan 5 orbital.
10. Kedudukan elektron dalam atom ditentukan oleh 4 bilangan kuantum, yaitu bilangan kuantum utama (n), bilangan kuantum azimut (l), bilangan kuantum magnetik (m), dan bilangan kuantum spin (s).
11. Bilangan kuantum utama menentukan tingkat energi, bilangan kuantum azimut menentukan bentuk ruang orbital, bilangan kuantum magnetik menentukan orientasi orbital dalam ruang, dan bilangan kuantum spin menentukan arah rotasi elektron.
12. Konfigurasi elektron menggambarkan susunan elektron dalam atom.
13. Pengisian elektron dalam atom mengikuti beberapa aturan, yaitu:
 - Prinsip Aufbau, yaitu pengisian elektron dimulai dari orbital yang mempunyai tingkat energi paling rendah.
 - Asas Larangan Pauli, menyatakan tidak mungkin dalam suatu atom terdapat 2 elektron yang mempunyai keempat bilangan kuantum sama.
 - Aturan Hund, menyatakan bahwa pengisian elektron ke dalam orbital-orbital pada subkulit yang berenergi sama, masing-masing orbital diisi lebih dahulu oleh satu elektron dengan spin sama, kemudian diikuti oleh elektron kedua dengan spin berlawanan.
14. Golongan unsur ditunjukkan oleh elektron valensi dan periode unsur ditunjukkan oleh bilangan kuantum utama (n) terbesar.
15. Berdasarkan konfigurasi elektronnya, unsur-unsur dalam sistem periodik modern dapat digolongkan menjadi golongan utama (A), golongan transisi (B), dan golongan transisi.
16. Ciri golongan utama adalah elektron terakhir mengisi orbital s (ns^{1-2}) dan orbital p ($ns^2 np^{1-6}$). Ciri golongan transisi adalah elektron terakhir mengisi orbital d ($(n-1)d^{1-10} ns^2$).
17. Unsur transisi dalam terdiri atas golongan lantanida dan golongan aktinida. Ciri golongan transisi dalam adalah elektron terakhir mengisi orbital f .
18. Berdasarkan konfigurasi elektronnya, unsur-unsur dalam sistem periodik modern juga dapat dikelompokkan ke dalam blok s , blok p , blok d , dan blok f .
19. Ciri blok s adalah elektron terakhir mengisi orbital s , ciri blok p adalah orbital terakhir mengisi orbital p , ciri blok d adalah elektron terakhir mengisi orbital d , dan ciri blok f adalah elektron terakhir mengisi orbital f . Blok s dan blok p termasuk golongan utama.
20. Unsur-unsur yang terletak dalam satu lajur tegak mempunyai sifat-sifat yang mirip dan disebut unsur-unsur segolongan.
21. Lajur mendatar disebut periode dan disusun berdasarkan kenaikan nomor atom.
22. Sifat-sifat periodik unsur meliputi, antara lain: jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan.
23. Jari-jari atom dalam satu periode dari kiri ke kanan makin kecil sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah makin besar.
24. Energi ionisasi dalam satu periode dari kiri ke kanan makin besar sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah makin kecil.
25. Afinitas elektron dalam satu periode dari kiri ke kanan bertambah sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah afinitas elektron berkurang.
26. Keelektronegatifan dalam satu periode dari kiri ke kanan bertambah besar sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah berkurang.

UJI KOMPETENSI

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

1. Tentukan jumlah proton dan elektron yang dimiliki oksigen dengan nomor atom 8!
2. Tentukan jumlah neutron dari unsur aluminium dengan nomor atom 13 dan nomor massa 27!
3. Tentukan nomor atom unsur-unsur berikut ini, jika diketahui:
 - a. Nomor massa 32 dan jumlah neutron 16
 - b. Nomor massa 23 dan jumlah neutron 12
 - c. Nomor massa 40 dan jumlah neutron 20
4. Tuliskan konfigurasi elektron untuk atom unsur atom klor dengan nomor atom 17!
5. Gambarkan konfigurasi elektron untuk atom unsur magnesium dan oksigen dengan nomor atom masing-masing 12 dan 8!
6. Unsur kalsium mempunyai konfigurasi elektron 2 8 8 2 maka unsur tersebut terletak pada periode dan golongan
7. Elektron valensi menentukan letak unsur dalam sistem periodik. Jelaskan hubungan antara konfigurasi elektron dengan golongan dan periode dalam Tabel Periodik!
8. Tentukan elektron valensi atom unsur kalsium (Ca) dan belerang (S)!
9. Perhatikan data tentang jari-jari atom. Di antara atom Na, Mg, Al, Si, dan P; atom manakah yang mempunyai jari-jari terbesar? Mengapa?
10. Perhatikan data tentang energi ionisasi. Di antara atom Na, Mg, Al, Si, dan P; atom manakah yang mempunyai energi ionisasi terbesar? Mengapa?

Pilihlah satu jawaban yang benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D, dan E

1. Suatu unsur dengan nomor atom 19 dan bilangan massa 39 maka jumlah proton, elektron, dan neutron dalam atom unsur tersebut adalah
 - a. 19, 19, dan 39
 - b. 19, 19, dan 20
 - c. 19, 20, dan 19
 - d. 19, 20, dan 19
 - e. 20, 19, dan 19
2. Nomor atom suatu unsur adalah bilangan yang menunjukkan jumlah
 - a. Elektron dalam inti

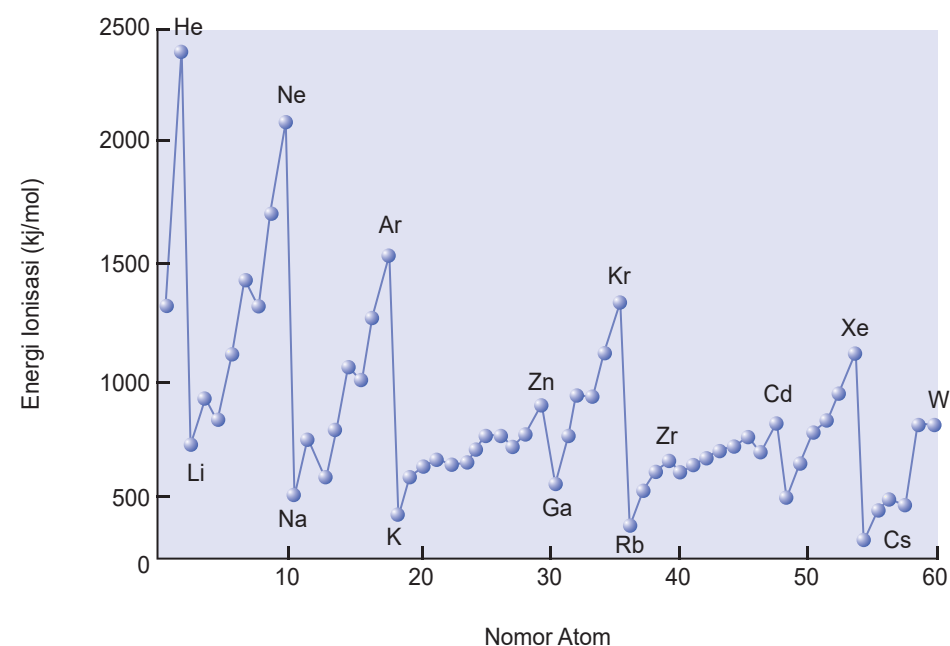
- b. Proton dalam inti
 - c. Neutron dalam inti
 - d. Nukleon dalam inti
 - e. Proton + neutron dalam inti
3. Nomor massa suatu unsur menunjukkan jumlah
 - a. Elektron dalam inti
 - b. Proton dalam inti
 - c. Neutron dalam inti
 - d. Elektron dan proton dalam inti
 - e. Proton + neutron dalam inti
 4. Salah satu isotop oksigen mempunyai 8 proton dan 9 neutron. Isotop oksigen yang lain mempunyai
 - a. 8 proton dan 16 neutron
 - b. 8 proton dan 8 neutron
 - c. 9 proton dan 8 neutron
 - d. 8 elektron dan 17 neutron
 - e. 8 proton dan 18 neutron
 5. Lambang suatu unsur adalah ${}_{11}^{23}\text{X}$, maka dapat dikatakan bahwa atom X tersebut memiliki
 - a. 11 proton, 11 elektron, dan 23 neutron
 - b. 11 proton, 11 elektron, dan 12 neutron
 - c. 23 proton, 23 elektron, dan 11 neutron
 - d. 12 proton, 12 elektron, dan 11 neutron
 - e. 11 proton, 12 elektron, dan 12 neutron
 6. Beberapa unsur, yaitu: ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_{15}\text{P}$, ${}_{17}\text{Cl}$, dan ${}_{20}\text{Ca}$. Unsur yang terletak dalam golongan yang sama adalah
 - a. Na dan Mg
 - b. Mg dan P
 - c. Na dan Cl
 - d. Mg dan Ca
 - e. Cl dan Ca
 7. Beberapa unsur, yaitu: ${}_{7}\text{N}$, ${}_{10}\text{Ne}$, ${}_{11}\text{Na}$, ${}_{13}\text{Al}$, dan ${}_{19}\text{K}$. Unsur yang terletak dalam periode yang sama adalah
 - a. ${}_{7}\text{N}$ dan ${}_{10}\text{Ne}$
 - b. ${}_{10}\text{Ne}$ dan ${}_{11}\text{Na}$

- c. $_{10}\text{Ne}$ dan $_{13}\text{Al}$
- d. $_{13}\text{Al}$ dan $_{19}\text{K}$
- e. $_{11}\text{Na}$ dan $_{19}\text{K}$

8. Diketahui unsur-unsur: $_{11}\text{Na}$, $_{12}\text{Mg}$, $_{13}\text{Al}$, $_{19}\text{K}$, dan $_{20}\text{Ca}$. Unsur-unsur yang terletak dalam satu golongan adalah

- a. $_{11}\text{Na}$ dan $_{12}\text{Mg}$
- b. $_{11}\text{Na}$ dan $_{13}\text{Al}$
- c. $_{13}\text{Al}$ dan $_{19}\text{K}$
- d. $_{19}\text{K}$ dan $_{20}\text{Ca}$
- e. $_{12}\text{Mg}$ dan $_{20}\text{Ca}$

9. Energi ionisasi beberapa unsur, ditunjukkan pada grafik berikut.



Berdasarkan grafik tersebut energi ionisasi unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan

- a. Tetap
- b. Selalu turun
- c. Selalu naik
- d. Cenderung naik
- e. Cenderung turun

10. Berikut ini diberikan lambang unsur-unsur dengan nomor atomnya. Atom unsur yang mempunyai 2 elektron valensi adalah

- a. $_{8}\text{O}$
- b. $_{9}\text{F}$

- c. $_{12}\text{Mg}$
- d. $_{15}\text{P}$
- e. $_{16}\text{S}$

11. Kalium dengan nomor atom 19 memiliki konfigurasi elektron pada kulit K, L, M, dan N sebagai berikut.

- a. 2, 8, 8, 1
- b. 2, 8, 7, 2
- c. 2, 8, 6, 3
- d. 2, 7, 8, 2
- e. 2, 8, 9, 0

12. Jumlah maksimum elektron yang terdapat dalam tingkat energi utama ke-4 adalah

- a. 2
- b. 6
- c. 8
- d. 18
- e. 32

13. Bilangan kuantum spin menunjukkan

- a. Arah ruang orbital
- b. Tingkat energi kulit
- c. Subtingkat energi elektron
- d. Perbedaan arah rotasi elektron
- e. Kebolehjadian menemukan elektron

14. Orbital yang bentuknya seperti bola adalah

- a. Orbital s
- b. Orbital p
- c. Orbital d
- d. Orbital f
- e. Orbital s dan p

15. Pengisian elektron dalam atom dimulai dari orbital dengan tingkat energi yang paling rendah. Pernyataan ini sesuai dengan

- a. Aturan Hund
- b. Larangan Pauli
- c. Hipotesis de Broglie
- d. Aturan Aufbau
- e. Azas Heisenberg

UNIT 1: Keteraturan dalam Atom

16. Harga keempat bilangan kuantum elektron terakhir atom ${}_{16}\text{S}$ adalah

- $n = 2, l = 0, m = 0, \text{ dan } s = -\frac{1}{2}$
- $n = 3, l = 1, m = -1, \text{ dan } s = -\frac{1}{2}$
- $n = 3, l = 1, m = 0, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$
- $n = 3, l = 1, m = +1, \text{ dan } s = -\frac{1}{2}$
- $n = 3, l = 1, m = +1, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$

17. Suatu atom unsur mempunyai konfigurasi elektron: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ yang merupakan kulit valensi unsur tersebut ialah

- 4s
- 4p
- 3d
- 4s, 4p
- 3d, 4s, 4p

18. Nomor atom suatu unsur logam utama IIIA = 13. Konfigurasi elektron paling stabil dari ion logam tersebut adalah

- $1s^2 2s^2 2p^6$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^2$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

19. Konfigurasi elektron unsur X dengan nomor atom 29 adalah: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

Unsur X dalam sistem periodik terletak pada

- Golongan IA periode 3
- Golongan IB periode 4
- Golongan VIIA periode 4
- Golongan VIIB periode 4
- Golongan IB periode 7

20. Jika elektron terakhir suatu atom unsur mengisi orbital p ($ns^2 np^{1-6}$) maka unsur tersebut termasuk

- Golongan IIIA dan blok p
- Golongan IVA dan blok p
- Golongan VIA blok s
- Golongan utama dan blok p
- Golongan transisi dan blok d

1. Jumlah proton, elektron, dan neutron unsur berikut ini. Dari Tabel Periodik Unsur diperoleh nomor atom dan nomor massa suatu unsur.

Karbon, ${}_{12}^6\text{C}$ Nomor atom = 6 Jumlah proton (p) = 6 Jumlah elektron (e) = 6 Nomor massa = 12 Jadi jumlah neutron (n) = 12 - 6 = 6	Klor, ${}_{35}^{17}\text{Cl}$ Nomor atom = 17 Jumlah proton = 17 Jumlah elektron = 17 Nomor massa = 35 Jadi jumlah neutron = 35 - 17 = 18
Nitrogen, ${}_{14}^7\text{N}$ Nomor atom = 7 Jumlah proton = 7 Jumlah elektron = 7 Nomor massa = 14 Jadi jumlah neutron = 14 - 7 = 7	Kalium, ${}_{39}^{19}\text{K}$ Nomor atom = 19 Jumlah proton = 19 Jumlah elektron = 19 Nomor massa = 39 Jadi jumlah neutron = 39 - 19 = 20
Oksigen, ${}_{16}^8\text{O}$ Nomor atom = 8 Jumlah proton = 8 Jumlah elektron = 8 Nomor massa = 16 Jadi jumlah neutron = 16 - 8 = 8	Kalsium, ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ Nomor atom = 20 Jumlah proton = 20 Jumlah elektron = 20 Nomor massa = 40 Jadi jumlah neutron = 40 - 20 = 20
Fluor, ${}_{19}^9\text{F}$ Nomor atom = 9 Jumlah proton = 9 Jumlah elektron = 9 Nomor massa = 19 Jadi jumlah neutron = 19 - 9 = 10	Magnesium, ${}_{24}^{12}\text{Mg}$ Nomor atom = 12 Jumlah proton = 12 Jumlah elektron = 12 Nomor massa = 24 Jadi jumlah neutron = 24 - 12 = 12
Natrium, ${}_{23}^{11}\text{Na}$ Nomor atom = 11 Jumlah proton = 11 Jumlah elektron = 11 Nomor massa = 23 Jadi jumlah neutron = 23 - 11 = 12	Aluminium, ${}_{27}^{13}\text{Al}$ Nomor atom = 13 Jumlah proton = 13 Jumlah elektron = 13 Nomor massa = 27 Jadi jumlah neutron = 27 - 13 = 14
Fosfor, ${}_{31}^{15}\text{P}$ Nomor atom = 15 Jumlah proton = 15 Jumlah elektron = 15 Nomor massa = 31 Jadi jumlah neutron = 31 - 15 = 16	Tembaga, ${}_{64}^{29}\text{Cu}$ Nomor atom = 29 Jumlah proton = 29 Jumlah elektron = 29 Nomor massa = 64 Jadi jumlah neutron = 64 - 29 = 35

Belerang, $^{16}_{32}\text{S}$	Besi, $^{26}_{56}\text{Fe}$
Nomor atom = 16	Nomor atom = 26
Jumlah proton = 16	Jumlah proton = 26
Jumlah elektron = 16	Jumlah elektron = 26
Nomor massa = 32	Nomor massa = 56
Jadi jumlah neutron = $32 - 16 = 16$	Jadi jumlah neutron = $56 - 26 = 30$

2. Isotop, Isobar, dan Isoton

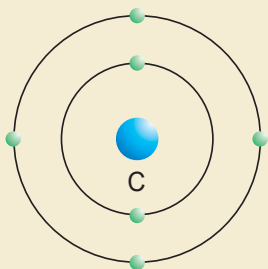
Isotop adalah atom yang memiliki nomor atom yang sama tetapi nomor massa yang berbeda.

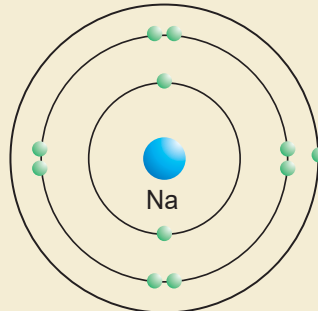
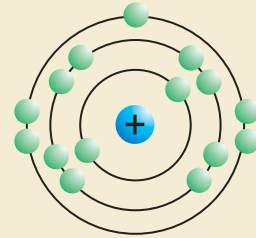
Contoh isotop oksigen: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$

Isobar adalah atom dari unsur yang berbeda dan memiliki nomor massa yang sama tetapi nomor atomnya berbeda. Contoh: $^{11}_{23}\text{Na}$ isobar dengan $^{12}_{23}\text{Mg}$

Isoton adalah unsur-unsur yang memiliki nomor massa dan nomor atom berbeda tetapi memiliki jumlah neutron sama. Contoh: $^{7}_{14}\text{N}$ isoton dengan $^{8}_{15}\text{O}$

UNIT 2: Keteraturan dalam Tabel Periodik Unsur

<p>1. Karbon (C) memiliki 6 elektron Konfigurasi elektron: K L M 2 4</p>	
<p>Elektron valensi = 4</p> <p>Diagram orbital</p> <p>${}_6\text{C} : 1s^2 2s^2 2p^2$</p> <p>$\begin{array}{ c c c } \hline 1 & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$</p> <p>$2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$</p> <p>Posisi elektron terakhir pada $2p_y^1$ maka keempat bilangan kuantumnya adalah: $n = 2, l = 1, m = 0, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$</p> <p>Unsur C memiliki elektron terluar pada $2s^2, 2p_x^1 2p_y^1$ elektron valensi = 4 dan</p>	

<p>2. Natrium (Na) memiliki 11 elektron Konfigurasi elektron: K L M 2 8 1</p>	
<p>Diagram orbital</p> <p>${}_{11}^{23}\text{Na} : \begin{array}{ c c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$</p> <p>$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$</p> <p>Posisi elektron terakhir pada $3s^1$ maka keempat bilangan kuantumnya adalah: $n = 3, l = 0, m = 0, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$</p> <p>Unsur Na memiliki elektron terluar pada $3s^1$, elektron valensi = 1 dan kulit ketiga berarti dalam Tabel Periodik unsur Na terletak pada golongan IA dan periode ketiga.</p>	
<p>3. Posfor (P) memiliki 15 elektron Konfigurasi elektron: K L M 2 8 5 Elektron valensi = 5</p>	
<p>Diagram orbital</p> <p>${}_{15}^{31}\text{P} : \begin{array}{ c c c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$</p> <p>$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$</p> <p>Elektron terluar pada $3s^2, 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ maka keempat bilangan kuantumnya adalah: $n = 3, l = 1, m = +1, \text{ dan } s = +\frac{1}{2}$</p> <p>Unsur P memiliki elektron terluar pada $3s^2, 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ elektron valensi = 5 dan kulit ketiga, dalam Tabel Periodik unsur P terletak pada golongan VA periode ketiga.</p>	

UNIT 3: Keteraturan Sifat Unsur

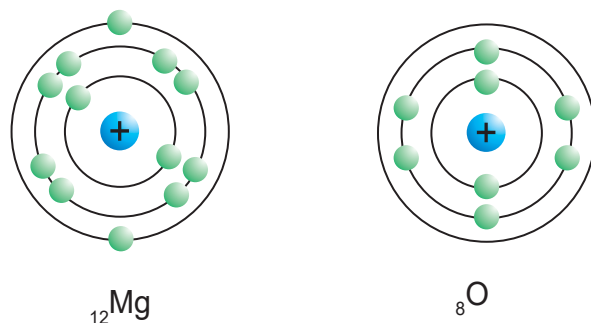
- Pada umumnya jari-jari atom unsur-unsur dalam satu periode dari kiri ke kanan berangsur-angsur berkurang, sedangkan jari-jari atom unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah bertambah. Karena dalam satu periode nomor atom unsur-unsur dari kiri ke kanan bertambah, sehingga muatan intinya juga makin besar. Makin besarnya muatan inti (muatan positif), makin besar tarikannya terhadap elektron yang terdapat dalam kulit atom, berarti dari

kiri ke kanan jarak elektron ke inti makin dekat yang mengakibatkan jari-jari atom semakin kecil. Unsur-unsur dalam satu golongan dari atas ke bawah, muatan inti atom bertambah dan jumlah kulit elektron juga bertambah banyak, menyebabkan jari-jari atom bertambah besar.

- Unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan muatan inti bertambah besar sedangkan jumlah kulit elektron tetap, mengakibatkan daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin besar maka energi ionisasi makin besar. Sedangkan unsur-unsur segolongan dari atas ke bawah jari-jari atom bertambah besar, daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin kecil akibatnya energi ionisasi makin kecil. Makin besar muatan inti berarti makin kuat menarik elektron ke inti, menyebabkan elektron sulit terlepas atau memerlukan energi ionisasi yang besar. Sedangkan makin besar jari-jari atom berarti daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin kecil menyebabkan elektron mudah terlepas. Dengan demikian energi ionisasi makin kecil dan makin reaktif atom unsur tersebut.
- Unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan, harga afinitas elektron bertambah atau semakin negatif. Sedangkan dalam satu golongan dari atas ke bawah harga afinitas elektron berkurang atau semakin positif.
- Unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan harga keelektronegatifan semakin besar. Sedangkan unsur-unsur segolongan, dari atas ke bawah harga keelektronegatifan berkurang.

Esai/Uraian

- Oksigen memiliki nomor atom 8, maka jumlah proton = 8 dan jumlah elektron = 8
- Jumlah neutron dalam inti = nomor massa – nomor atom = $27 - 13 = 14$
- Nomor atom = nomor massa - neutron
 - Nomor atom = $32 - 16 = 16$, unsur belerang
 - Nomor atom = $23 - 12 = 11$, unsur natrium
 - Nomor atom = $40 - 20 = 20$, unsur kalsium
- Klor nomor atom 17, maka konfigurasi elektron: K L M
2 8 7
- Konfigurasi Mg dan O dengan nomor atom masing-masing 12 dan 8



- Unsur kalsium (Ca) memiliki 4 kulit (N) dan 2 elektron valensi, berarti Ca dalam tabel Periodik

terletak pada periode 4 dan golongan IIA karena jumlah kulit menunjukkan periode dan elektron valensi menunjukkan golongan.

- Konfigurasi elektron menentukan letak unsur dalam Tabel Periodik. Jumlah elektron valensi menunjukkan golongan unsur dan jumlah kulit atom menunjukkan periode unsur.
- Elektron valensi unsur kalsium dan belerang

Kalsium (Ca) nomor atom 20 Konfigurasi elektron: K L M N 2 8 8 2 Elektron valensi (elektron pada kulit terluar) = 2	Belerang (S) nomor atom 16 Konfigurasi elektron: K L M N 2 8 6 Elektron valensi = 6
--	--

- Unsur Na, Mg, Al, Si, dan P terletak dalam satu periode. Diantara unsur-unsur tersebut, Na (natrium) memiliki jari-jari terbesar dibandingkan keempat unsur lainnya. Hal ini disebabkan karena dalam satu periode nomor atom unsur-unsur dari kiri ke kanan bertambah, sehingga muatan intinya juga makin besar. Makin besarnya muatan inti (muatan positif), makin besar tarikannya terhadap elektron dalam kulit atom, berarti dari kiri ke kanan jarak elektron ke inti makin dekat dan mengakibatkan jari-jari atom semakin kecil.
- Unsur Na, Mg, Al, Si, dan P terletak dalam satu periode. Unsur P (fosfor) memiliki energi ionisasi terbesar dibanding keempat unsur lainnya. Unsur-unsur seperiode dari kiri ke kanan muatan inti bertambah besar sedangkan jumlah kulit elektron tetap, mengakibatkan daya tarik inti terhadap elektron terluarnya makin besar maka energi ionisasi makin besar.

Pilihan Ganda

- (B) 19, 19, dan 20
- (B) Proton dalam inti
- (E) Proton + neutron dalam inti
- (B) 8 proton dan 8 neutron
- (B) 11 proton, 11 elektron, dan 12 neutron
- (D) Mg dan Ca
- (A) ${}_7\text{N}$ dan ${}_{10}\text{Ne}$
- (E) ${}_{12}\text{Mg}$ dan ${}_{20}\text{Ca}$
- (D) Cenderung naik
- (C) ${}_{12}\text{Mg}$
- (A) 2, 8, 8, 1
- (E) 32
- (D) Perbedaan arah rotasi elektron

14. (A) Orbital s
15. (D) Aturan Aufbau
16. (B) $n = 3$, $l = 1$, $m = -1$, dan $s = -\frac{1}{2}$
17. (D) 4s, 4p
18. (A) $1s^2 2s^2 2p^6$
19. (B) Golongan IB periode 4
20. (D) Golongan utama dan blok p

Penilaian

UNIT 1: Keteraturan dalam Atom

1. Menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron dalam unsur-unsur yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari.

No	Menentukan Jumlah Proton, Elektron, dan Neutron dalam Unsur	Skor*)
1	Karbon, ${}^6_{12}\text{C}$ nomor atom 6 dan massa atom 12	3
2	Nitrogen, ${}^7_{14}\text{N}$ nomor atom 7 dan massa atom 14	3
3	Oksigen, ${}^8_{16}\text{O}$ nomor atom 8 dan massa atom 16	3
4	Fluor, ${}^9_{19}\text{F}$ nomor atom 9 dan massa atom 19	3
5	Natrium, ${}^{11}_{23}\text{Na}$ nomor atom 11 dan massa atom 23	3
6	Posfor, ${}^{15}_{31}\text{P}$ nomor atom 15 dan massa atom 31	3
7	Belerang, ${}^{16}_{32}\text{S}$ nomor atom 16 dan massa atom 32	3
8	Klor, ${}^{17}_{35}\text{Cl}$ nomor atom 17 dan massa atom 35	3
9	Kalium, ${}^{19}_{39}\text{K}$ nomor atom 19 dan massa atom 39	3
10	Kalsium, ${}^{20}_{40}\text{Ca}$ nomor atom 20 dan massa atom 40	3
11	Magnesium, ${}^{12}_{24}\text{Mg}$ nomor atom 12 dan massa atom 24	3
12	Aluminium, ${}^{13}_{27}\text{Al}$ nomor atom 13 dan massa atom 27	3
13	Tembaga, ${}^{29}_{64}\text{Cu}$ nomor atom 29 dan massa atom 64	3
14	Besi, ${}^{26}_{56}\text{Fe}$ nomor atom 26 dan massa atom 56	3
Skor maksimum		42

Catatan: *) Skor untuk setiap unsur adalah 3 jika Anda benar 3, artinya benar dalam menentukan jumlah proton, elektron, dan neutron unsur tersebut. Jika benar 2 berarti skor Anda 2, dan jika benar 1 berarti skor Anda 1.

Skor maksimum adalah 42, maka jika Anda perolehan skor Anda 36 maka:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{36}{42} \times 100 = 85,7$$

2. Membedakan isotop, isobar, dan isoton

No	Membedakan Isotop, Isobar, dan Isoton	Skor*)
1	Menjelaskan isotop dan contohnya	2
2	Menjelaskan isobar dan contohnya	2
3	Menjelaskan isoton dan contohnya	2
Skor maksimum		6

Unit 2: Keteraturan dalam Tabel Periodik Unsur

No	Unsur	Skor*)	
1	Karbon	• Menuliskan konfigurasi elektron unsur karbon	1
		• Menentukan elektron valensi unsur karbon	1
		• Menggambarkan diagram orbital unsur karbon	1
		• Menentukan posisi elektron terakhir berdasar bilangan kuantum	1
		• Menentukan letak unsur karbon dalam Tabel Periodik Unsur	1
2	Natrium	• Menuliskan konfigurasi elektron unsur natrium	1
		• Menentukan elektron valensi unsur natrium	1
		• Menggambarkan diagram orbital unsur natrium	1
		• Menentukan posisi elektron terakhir berdasar bilangan kuantum	1
		• Menentukan letak unsur natrium dalam Tabel Periodik Unsur	1
3	Posfor	• Menuliskan konfigurasi elektron unsur posfor	1
		• Menentukan elektron valensi unsur posfor	1
		• Menggambarkan diagram orbital unsur posfor	1
		• Menentukan posisi elektron terakhir berdasar bilangan kuantum	1
		• Menentukan letak unsur posfor dalam Tabel Periodik Unsur	1
Skor maksimum		15	

Skor maksimum adalah 15, jika Anda perolehan skor Anda 12 maka:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{12}{15} \times 100 = 80$$

UNIT 3: Keteraturan Sifat Unsur

No	Sifat Keperiodikan Unsur	Skor*)
1	Menganalisis hubungan nomor atom dengan jari-jari atom	1
2	Menganalisis hubungan nomor atom dengan energi ionisasi	1
3	Menganalisis hubungan nomor atom dengan afinitas elektron	1
4	Menganalisis hubungan nomor atom dengan keelektronegatifan	1
Skor maksimum		4

Skor maksimum adalah 4, jika Anda perolehan skor Anda 3 maka:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{3}{4} \times 100 = 75$$

Esai/Uraian

Soal-soal ini memiliki bobot yang berbeda berdasarkan tingkat kesulitan dan kompleksitas jawaban. Skor untuk untuk setiap soal sebagai berikut.

No	Aspek yang Ditanyakan	Skor*)
1	Jumlah proton dan elektron dalam atom Oksigen	1
2	Jumlah neutron dalam unsur aluminium	1
3	Tentukan nomor atom unsur-unsur jika diketahui:	
	• Nomor massa 32 dan jumlah neutron 16	1
	• Nomor massa 23 dan jumlah neutron 12	1
	• Nomor massa 40 dan jumlah neutron 20	1
4	Konfigurasi elektron untuk atom unsur atom klor	1
5	Gambar konfigurasi elektron untuk atom:	
	• Magnesium	1
	• Oksigen	1
6	Letak unsur kalsium dalam Tabel Periodik Unsur	1
7	Hubungan antara konfigurasi elektron dengan:	
	• Golongan	1
	• Periode	1
8	Elektron valensi atom unsur:	
	• Kalsium (Ca)	1
	• Belerang (S)	1
9	Jari-jari atom	1
10	Energi ionisasi	1
Skor maksimum		15

Jika skor yang Anda peroleh untuk semua aspek adalah 12, maka nilai Anda:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{12}{15} \times 100 = 80$$

Pilihan Ganda

Untuk penilaian pilihan ganda, bobot setiap soal dianggap sama dan diberi skor 1 (satu) jika jawaban Anda benar sesuai kunci jawaban. Skor maksimum 10, jika jawaban Anda benar 8 berarti Anda memperoleh skor 8, maka:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 = \frac{8}{10} \times 100 = 80$$

$$\text{Nilai Anda untuk modul 1 ini} = \frac{\text{Nilai esai} + \text{pilihan ganda}}{2} = \frac{80 + 80}{2} = 80$$

KRITERIA PINDAH MODUL

Kerjakan soal-soal penilaian yang disediakan di akhir modul. Anda diperkenankan untuk melanjutkan ke modul berikutnya jika hasil penilaian pemahaman memiliki skor minimal 70 atau lebih.



Saran Referensi

Materi Modul 2 ini abstrak. Sebaiknya Anda menonton ilustrasi tentang materi ini di Youtube untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang model atom, bilangan kuantum, bentuk orbital, konfigurasi elektron dalam atom, dan elektron valensi. Referensi yang disarankan, antara lain:

1. <https://www.youtube.com> Animasi Teori Atom Dalton, Thomson, Rutherford, dan Niels Bohr
2. <https://www.youtube.com> Teori Perkembangan Model Atom untuk Kelas 9
3. <https://www.youtube.com> Pembelajaran Model Atom
4. <https://www.youtube.com> Video Animasi Isotop, Isobar, dan Isoton
5. <https://www.youtube.com> Isotop Isobar Isoton
6. <https://www.youtube.com> Video Animasi konfigurasi elektron dan elektron valensi
7. <https://www.youtube.com> Bilangan Kuantum
8. <https://www.youtube.com> bentuk orbital elektron secara 3 dimensi
9. <https://www.youtube.com> Diagram Orbital
10. <https://www.youtube.com> Diagram orbital dan Konfigurasi elektron - kimia SMA
11. <https://www.youtube.com> Konfigurasi Elektron: Aufbau, Hund, Larangan Pauli
12. <https://www.youtube.com> Cara Mudah Mengingat Prinsip Aufbau pada Konfigurasi elektron
13. <https://www.youtube.com> Cara mudah menentukan nomor atom dari bilangan kuantum
14. <https://www.youtube.com> Cara mudah menentukan periode dan golongan - kimia SMA
15. <https://www.youtube.com> Sistem Periodik: Menentukan Lokasi Unsur dalam Tabel Periodik dengan Data Konfigurasi Elektron

