



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

TEORI MEKANIKA KUANTUM

SMAK IMMANUEL KELAS X
PONTIANAK, 2 November 2015



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



KOMPETENSI DASAR

Beranda



KD



3.2 Menganalisis perkembangan model atom.

Indikator



3.3 Menganalisis struktur atom berdasarkan teori atom Bohr dan teori mekanika kuantum.

Materi



3.4 Menganalisis hubungan konfigurasi elektron dan diagram orbital untuk menentukan letak unsur dalam tabel periodik dan sifat-sifat periodik unsur.

Evaluasi



4.2 Mengolah dan menganalisis perkembangan model atom.

Sumber



4.3 Mengolah dan menganalisis struktur atom berdasarkan teori atom Bohr dan teori mekanika kuantum.

4.4 Menyajikan hasil analisis hubungan konfigurasi elektron dan diagram orbital untuk menentukan letak unsur dalam tabel periodik dan sifat-sifat periodik unsur.



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



INDIKATOR

Beranda



KD



Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat:

Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber



1. Menjelaskan teori atom Niels Bohr dan teori mekanika kuantum
2. Menjelaskan pengertian bilangan kuantum dan bentuk-bentuk orbital
3. Menghubungkan konfigurasi elektron suatu unsur dengan letaknya dalam sistem periodik
4. Menjelaskan sifat-sifat periodik unsur berdasarkan konfigurasi elektronnya



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

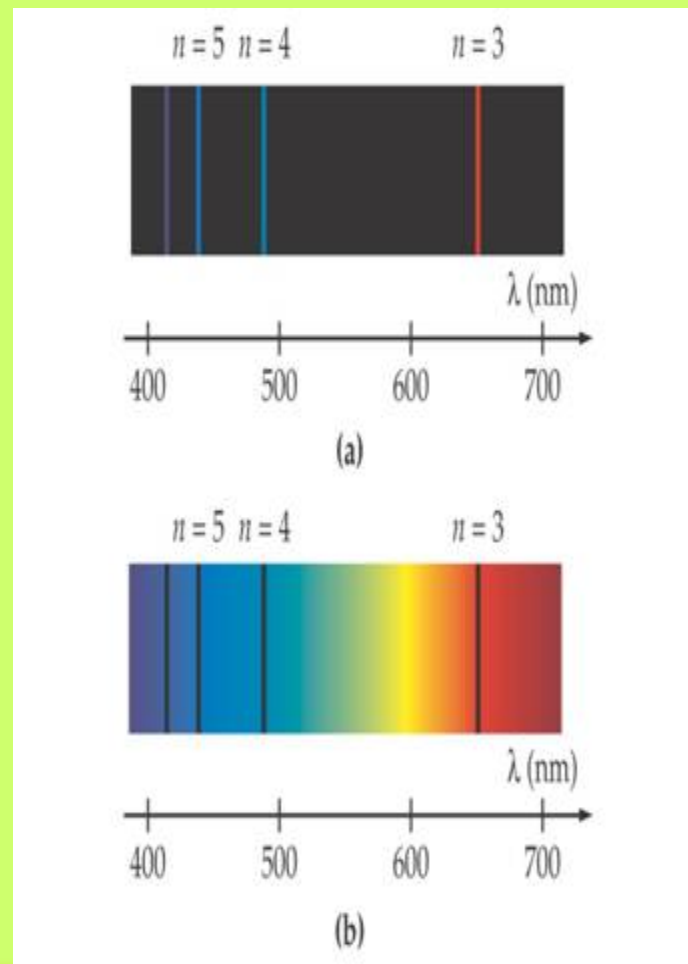
TEORI ATOM BOHR

• DASAR PERCOBAAN :

- pemahaman bhw pelangi terjadi karena berkas sinar matahari diuraikan oleh butir-butir air hujan. Juga sinar matahari bila dijatuhkan ke sebuah prisma.

→ Menghasilkan spektrum **kontinu**

- Menggunakan spektrum atom hidrogen
- Hasil : radiasi (cahaya) yang dihasilkan oleh unsur gas yang berpijar hanya mengandung beberapa panjang gelombang (warna) secara terputus-putus, disebut **spektrum diskontinu** atau **spektrum garis**





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Teori kuantum Max Planck

- Latar belakang :
 - Hingga th 1900, dianggap radiasi elektromagnet bersifat kontinu.
- Dasar :
 - Max Planck memberikan gagasan bahwa radiasi elektromagnet bersifat diskret, artinya, suatu benda hanya dapat memancarkan atau menyerap radiasi elektromagnet dalam ukuran atau paket-paket kecil dengan nilai tertentu. Paket energi itu disebut kuantum (kuanta, jamak).
 - Benda hanya dapat menerima atau memancarkan energi radiasi sebesar 1,2,atau 3 kuantum, tetapi tidak mungkin $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{4}$ kuantum. Berarti, suatu benda hanya dapat berada pada tingkat energi tertentu.
- Pembuktian Einstein terhadap teori kuantum Planck:
 - Radiasi elektromagnet mempunyai sifat partikel.
 - Partikel radiasi disebut **Foton**

KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Besarnya energi dalam 1 paket (kuantum atau foton) bergantung pada frekuensi atau panjang gelombang radiasinya.

$$E = h \times f \quad \text{atau} \quad E = h \times \frac{c}{\lambda}$$

Dengan E = energi radiasi

h = tetapan Planck = $6,63 \times 10^{-34}$ Js

- Berarti :
 - Energi foton berbanding terbalik dengan panjang gelombangnya.
 - Semakin besar panjang gelombang, semakin kecil energinya.
 - Sinar ungu mempunyai foton dg energi terbesar, sinar merah mempunyai foton dg energi terkecil.



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Contoh 1. menghitung energi foton

- Garis merah dari spektrum sinar hidrogen mempunyai panjang gelombang 656 nm. Hitunglah energi dari 1 mol foton sinar merah tsb.
- Energi radiasi bergantung pada f atau λ

$$E = h \times \frac{c}{\lambda} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times \left(\frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{656 \times 10^{-9} \text{ m}} \right)$$
$$= 3,03 \times 10^{-19} \text{ J}$$

- Energi 1 mol foton = $6,02 \times 10^{23} \text{ foton} \times 3,03 \times 10^{-19} \text{ J foton}^{-1}$
 $= 1,83 \times 10^5 \text{ J}$





Beranda

KD

Indikator

Materi

Evaluasi

Sumber

Contoh 2.

- Tentukan energi 1 foton sinar biru dalam spektrum gas hidrogen yang panjang gelombangnya 486 nm. Tentukan pula energi dari 1 mol foton sinar tsb.

$$E = h\nu = hc/\lambda = 6,63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{486 \times 10^{-9}} = 4,09 \times 10^{-19} J$$

- Energi 1 mol foton =

$$6,02 \times 10^{23} \text{ foton} \times 4,09 \times 10^{-19} J \text{ foton}^{-1} = 2,46218 \times 10^5 J$$



Beranda



KD



Indikator



Materi

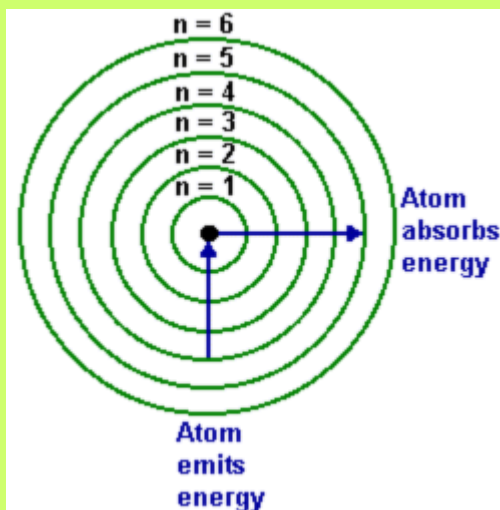
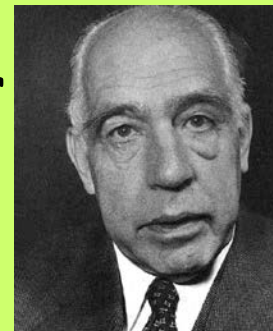


Evaluasi



Sumber

Model atom Niels Bohr



- Elektron hanya beredar pada lintasan –lintasan dengan energi tertentu
- Pada lintasan tsb, elektron beredar tanpa memancar dan menyerap energi
- Lintasan tsb berupa lingkaran dg jari-jari tertentu yg disebut kulit atom





Beranda



KD



Indikator



Materi

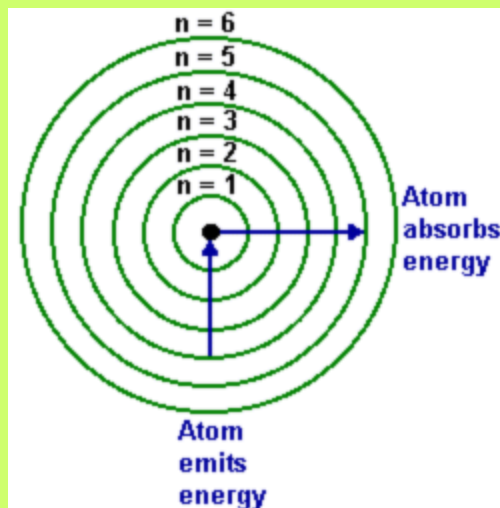


Evaluasi



Sumber

Model atom Niels Bohr



- Setiap kulit ditandai dengan bilangan kuantum (n), dimulai dari kulit paling dalam
- $n=1,2,3,4,\dots$ Dinyatakan dengan K,L,M,N,...
- $n \gg$, tingkat energi \gg
- Keadaan normal, elektron menempati kulit-kulit dengan tingkat energi terendah, dimulai dari K,L, dst \rightarrow **tingkat dasar (ground state)**
- Apabila mendapat energi dr luar, elektron menyerap energi dan pindah ke tingkat energi \gg disebut **keadaan tereksitasi (excited state)**, hanya berlangsung sesaat, tidak stabil, kembali ke tingkat lebih rendah dg melepas energi berupa gelombang elektromagnet (energi radiasi)

$$\Delta E = E_f - E_i$$

ΔE = energi yg menyertai perpindahan elektron

E_f = tingkat energi akhir

E_i = tingkat energi mula – mula

Bilangan kuantum (n)	1	2	3	4	dst
Lambang kulit	K	L	M	N	dst

KIMIA X-2015/2016

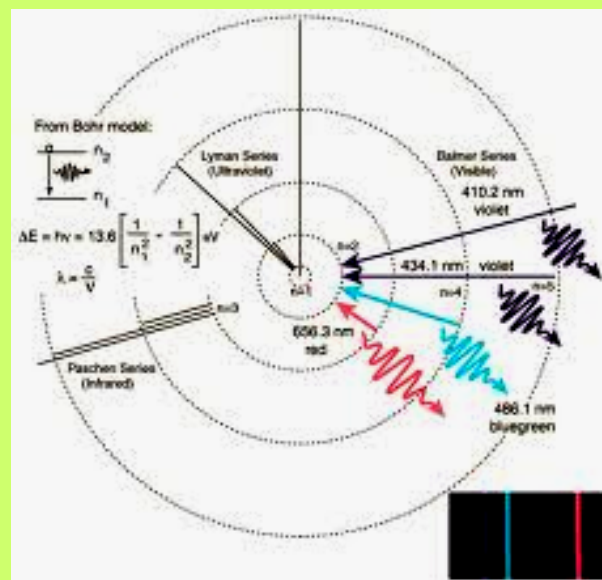
Oleh : Eka Widjajanti



Model atom Niels Bohr

- Oleh karena perpindahan elektron berlangsung antara kulit yang sudah tertentu energinya, maka atom hanya memancarkan radiasi dg tingkat energi tertentu → **spektrum garis**
- Bohr dg model atom hidrogen dpt menjelaskan pemancaran sinar merah oleh gas hidrogen ketika elektron berpindah dr $n=3$ ke $n=2$; tetapi tidak dpt menjelaskan spektrum dari atom yg lebih kompleks

- Gagasan penting dr Bohr:
 - Adanya tingkat-tingkat energi dalam atom (kulit)





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Kelemahan teori atom Bohr

- Tidak dapat menjelaskan spektrum atom yg lebih kompleks
- Tidak dpt menjelaskan mengapa elektron hanya boleh berada pada tingkat energi tertentu



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Hipotesis Louis de Broglie

- Ide melanjutkan Planck & Einstein :
 - Gelombang materi : kalau cahaya memiliki sifat partikel, maka partikel juga memiliki sifat gelombang
 - Broglie : gerakan partikel mempunyai ciri-ciri gelombang, dinyatakan dg :
$$\lambda = \frac{h}{mv}$$
 - λ = panjang gelombang
 - m = massa partikel
 - v = kecepatan partikel
 - h = tetapan Planck
 - Dibuktikan dengan :
 - Ditemukannya bahwa elektron menunjukkan sifat difraksi seperti sinar X.
 - Sifat gelombang dr elektron, digunakan dlm mikroskop elektron





Azas ketidakpastian Heisenberg

Beranda

KD

Indikator

Materi

Evaluasi

Sumber

- Ada keterbatasan dalam menentukan posisi & momentum elektron dalam atom.
- **Azas ketidakpastian Heisenberg :**
 - Tidak mungkin menentukan posisi dan momentum elektron secara bersamaan dengan ketelitian tinggi.





Model atom mekanika kuantum

Beranda



KD



Indikator



Materi



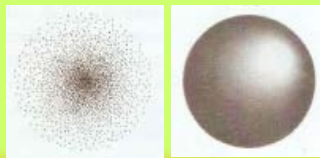
Evaluasi



Sumber



- Dikemukakan oleh Erwin Schrodinger
- Dasarnya :
 - Hipotesis de Broglie & azas ketidakpastian Heisenberg
- Isinya :
 - Persamaan matematis/ gelombang untuk menjelaskan keberadaan elektron dalam atom, dengan memperhitungkan dualisme sifat elektron, yaitu sbg partikel sekaligus sebagai gelombang.
 - Kelebihannya : bisa digunakan untuk menjelaskan struktur elektron atom untuk yg berelektron tunggal maupun banyak
 - Posisi elektron tidak dapat dipastikan, hanya kebolehjadian menemukan elektron pada setiap titik dalam ruang di sekitar inti.
 - Densitas /kerapatan titik-titik dalam gambar tsb menyatakan besar kecilnya peluang menemukan elektron di daerah itu. Semakin rapat titik-titiknya berarti semakin besar peluang menemukan elektron di daerah itu.



Gambar 2.36 Peluang menemukan elektron dalam atom hidrogen pada tingkat dasar.





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Bilangan kuantum

- Bilangan kuantum utama (n)
- Bilangan kuantum azimuth (ℓ)
- Bilangan kuantum magnetik (m)
- Bilangan kuantum spin (s)



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Bilangan kuantum utama (n)

- Menentukan tingkat energi orbital atau kulit atom
- Merupakan bil positif: 1,2,3,4, dst



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Bilangan kuantum azimut (ℓ)

- Menyatakan **subkulit**
- Menyatakan **bentuk orbital**
- Mempunyai nilai semua bil bulat dari 0 hingga $(n-1)$ untuk setiap nilai n
- Untuk $n=1 \rightarrow$ nilai $\ell=0$
- Untuk $n=2 \rightarrow$ nilai $\ell = 0$ dan 1
- Untuk $n=3 \rightarrow$ nilai $\ell=0,1,\text{dan } 2, \text{ dst}$

Nilai $\ell=0$ sampai dengan $(n-1)$

KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Orbital dinyatakan dg s, p, d, f , masing-masing untuk nilai $\ell=0,1,2,3$, dst

Nilai *	0	1	2	3	4	dst
Lambang orbital	s	p	d	f	g	dst

- * secara teori, nilai ℓ dibatasi oleh n , untuk $n \geq 5$ dimungkinkan $\ell \geq 4$ (orbital g, h, dst), tetapi orbital tsb pada tingkat dasar belum pernah terisi elektron





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Kelompok orbital dg bil kuantum utama (n) dan bil kuantum azimuth (ℓ) sama membentuk satu subkulit
- Banyaknya suatu subkulit bergantung pada banyaknya nilai bil kuantum azimuth yg diijinkan untuk kulit tsb.
 - Kulit K ($n=1$) \rightarrow ada 1 nilai ℓ , yaitu $\ell=0$, berarti kulit K terdiri dari 1 subkulit
 - Kulit L ($n=2$) \rightarrow ada 2 nilai ℓ , yaitu $\ell=0, 1$, berarti kulit L terdiri dari 2 subkulit
 - Kulit M ($n=3$) \rightarrow ada 3 nilai ℓ , yaitu $\ell=0,1,2$, berarti kulit M terdiri dari 3 subkulit, dst
- Subkulit dinyatakan dengan kombinasi satu angka (yaitu nilai n) dan satu huruf (s,p,d,f, sesuai jenis orbitalnya)





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Contoh 3.

- Orbital s dari Kulit K diberi lambang
 - $1s$ ($n=1, \ell=0$)
- Kumpulan orbital p dari kulit M diberi lambang
 - subkulit $3p$ ($n=3, \ell=1$)
- Kumpulan orbital d dari kulit N diberi lambang
 - subkulit $4d$ ($n=4, \ell=2$)



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Tabel subkulit-subkulit yg diijinkan pada kulit K sampai dengan N

Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber



Kulit	Nilai n	Nilai ℓ yg diijinkan	Subkulit
K	1	0	1s
L	2	0,1	2s, 2p
M	3	0,1,2	3s, 3p, 3d
N	4	0,1,2,3	4s, 4p, 4d, 4f



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Bilangan kuantum magnetik (m)

- Menyatakan orientasi orbital dalam ruang.
- Dapat mempunyai nilai semua bilangan bulat mulai dari $-\ell$ sampai $+\ell$, termasuk 0
- Untuk $\ell = 0 \rightarrow$ nilai $m=0$
- Untuk $\ell=1 \rightarrow$ nilai $m = -1, 0$, dan $+1$
- Untuk $\ell=2 \rightarrow$ nilai $m = -2, -1, 0, +1, +2$ dst

Nilai $m = -\ell, 0, +\ell$



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Banyaknya nilai m yg diijinkan suatu subkulit menentukan jumlah orbital dalam subkulit itu, setiap nilai m dinyatakan satu orbital
- Subkulit s ($\ell=0$) \rightarrow ada 1 nilai m ($m=0$), berarti subkulit s terdiri dari 1 orbital saja
- Subkulit p ($\ell=1$) \rightarrow ada 3 nilai m ($m=-1,0,+1$) berarti subkulit p terdiri dari 3 orbital
- Subkulit d ($\ell=2$) \rightarrow ada 5 nilai m , yaitu $m=-2, -1, 0, +1, +2$, berarti subkulit d terdiri dari 5 orbital
- Subkulit f \rightarrow terdiri dari 7 orbital



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda

KD

Indikator

Materi

Evaluasi

Sumber

- Semua orbital-orbital, dapat dinyatakan dengan diagram orbital sbb:

Subkulit	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>
Diagram orbital				
Nilai <i>m</i>	0	-1 0 +1	-2 -1 0 +1 +2	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3

KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Diagram orbital

- Menyatakan susunan orbital
- Menyatakan setiap gambaran dan penjelasan akan kebolehjadian



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Jumlah subkulit pada setiap kulit sama dengan bilangan kuantum utama (n)-nya.
Kulit K ($n=1$) mempunyai 1 subkulit
Kulit L ($n=2$) mempunyai 2 subkulit, dst
- Jumlah orbital dalam setiap subkulit sama dengan $2l + 1$ (l = bilangan kuantum azimut)
Subkulit s ($l=0$) mempunyai $2 \times 0 + 1 = 1$ orbital
Subkulit p ($l=1$) mempunyai $2 \times 1 + 1 = 3$ orbital, dst
- Jumlah orbital dalam satu kulit sama dengan n^2 (n =bilangan kuantum utama)
Jumlah orbital pada kulit K ($n=1$) = $1^2 = 1$
Jumlah orbital pada kulit L ($n=2$) = $2^2 = 4$, dst





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Bilangan kuantum spin (s)

- Menyatakan arah rotasi dari elektron
- Terdapat 2 kemungkinan arah rotasi elektron, yaitu searah dan berlawanan arah dg jarum jam, dilambangkan dg \uparrow atau \downarrow
- $\uparrow = +\frac{1}{2}$, $\downarrow = -\frac{1}{2}$





Beranda

KD

Indikator

Materi

Evaluasi

Sumber

Bilangan kuantum utama (n)	Bilangan kuantum azimuth (l)	Bilangan kuantum magnetik (m _l atau m)	Bilangan kuantum spin (m _s atau s)	Jumlah orbital	Jumlah elektron (maksimum 2 elektron per orbital)
1 K	0 1s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1 } 1	2 } 2
2 L	0 2s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1	2
	1 2p	+1, 0, -1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	3 } 4	6 } 8
3 M	0 3s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1	2
	1 3p	+1, 0, -1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	3 } 9	6 } 18
	2 3d	+2, +1, 0, -1, -2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	5	10
4 N	0 4s	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1	2
	1 4p	+1, 0, 1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	3 } 16	6 } 32
	2 4d	+2, +1, 0, -1, -2	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	5	10
	3 4f	+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	7	14
n ...	0 ...	0	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	1	2
 } n ²	... } 2n ²
	n - 1 ...	+1 sampai -1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2l + 1	4l + 2





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Contoh 4

- Tentukan jenis subkulit dari orbital yg memiliki bilangan kuantum :
- A. $n = 1, \ell = 0 \rightarrow 1s$
- B. $n = 2, \ell = 1 \rightarrow \dots$ 2p
- C. $n = 4, \ell = 3 \rightarrow \dots$ 4f
- D. $n = 5, \ell = 2 \rightarrow \dots$ 5d





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

Contoh 5

- Mana di antara set bil kuantum di bawah ini yang **tidak** diperbolehkan ?

a. $n=2, \ell=2, m=+1, s=+\frac{1}{2}$ x

b. $n=3, \ell=1, m=0, s=-\frac{1}{2}$ ✓





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber



Evaluasi

- Apa dasar pertimbangan Bohr untuk menyatakan bahwa elektron dalam atom hanya dapat mempunyai tingkat energi tertentu ?
- Jelaskan, mengapa spektrum unsur berupa spektrum garis ?
- Apakah ide pokok dari teori mekanika Quantum.
- Apakah perbedaan orbital dengan orbit ?



Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Berapakah nilai ℓ yang mungkin untuk elektron dg nilai $n=3$? $\ell = 0, 1, 2$
- Berapakah nilai m yang mungkin untuk orbital dengan nilai $\ell = 2$? $m = -2, -1, 0, +1, +2$
- Berapa orbital terdapat pada kulit M ($n=3$)? Tuliskan bilangan-bilangan kuantum dari semua orbital tsb.

9 orbital : 3s, 3p, 3d





Beranda



KD



Indikator



Materi



Evaluasi



Sumber

- Kerjakan modul hal 24



KIMIA X-2015/2016

Oleh : Eka Widjajanti