



MODERN ATOM TEORİSİ

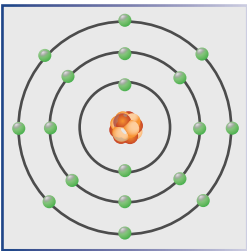
Atomun Kuantum Modeli

BOHR ATOM MODELİNİN SINIRLILIKLARI

- Bohr atom modeli, ${}^1\text{H}$, ${}^2\text{He}^+$, ${}^3\text{Li}^{2+}$ gibi tek elektronlu taneciklerin spektrumlarını başarılı bir şekilde açıklamıştır.
- Çok elektronlu atomların spektrumları ile elektronların çekirdek etrafında dönerken neden çekirdeğe düşmediklerini ve dairesel yörüngelerin dışında neden bulunamadıklarını açıklayamamıştır.

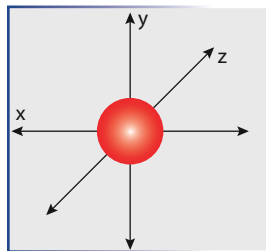
MODERN ATOM MODELİ VE ORBİTAL KAVRAMI

- Louis De Broglie:** Elektron gibi parçacıkların da dalga özelliği gösterdiğini belirtmiştir.
- Werner Heisenberg:** Elektronun konumunun ve hızının aynı anda belirlenemeyeceğini bulmuştur. (Heisenberg Belirsizlik İlkesi)
- Erwin Schrödinger :** Elektron gibi küçük taneciklerin enerjilerini ve genel davranışını açıklayan denklemi geliştirmiştir. (Schrödinger dalga denklemi)
- Bilim insanlarına göre; elektron gibi hızla hareket eden bir parçacığın, çekirdek etrafında dairesel yörüngeleri izlediği ispatlanamaz. Ancak çekirdek etrafında bulunma olasılığının olduğu bölgelerden bahsedilebilir. Elektronların atomda bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölgelere **orbital (elektron bulutu)** denir.



YÖRÜNGE

- Elektronun izlediği yoldur.
- Dairesel şekillidir.
- Elektronun çembersel hareketini temsil eder.
- Her yörünge bir enerji düzeyi ile temsil edilir.
- Her yörünge belirli sayıda elektron alır.



ORBİTAL

- Elektronun bulunma ihtimalinin yüksek olduğu bölgedir.
- Farklı şekillerde olabilir.
- Elektronun üç boyutlu hareketini temsil eder.
- Her enerji düzeyinde farklı orbitaller olabilir.
- Her orbital en fazla 2 elektron alabilir.

KUANTUM SAYILARI

n : Baş kuantum (birincil) sayısı

- Orbitalin, atomun hangi enerji seviyesinde olduğunu belirten kuantum sayısıdır.
- n harfi ile gösterilir. 1, 2, 3, şeklinde değerler alır.
- Baş kuantum sayılarının belirttiği elektron enerji seviyeleri **katman** olarak da adlandırılır. Bu katmanlar K, L, M ... gibi harfler veya 1, 2, 3... rakamları ile belirtilir.

Baş kuantum sayısı (n)	1	2	3	4	5
Katman (Kabuk, Enerji düzeyi)	K	L	M	N	O

- n değeri büyüdükçe orbitalin çekirdeğe olan ortalama uzaklığı, potansiyel enerjisi ve orbital büyüklüğü artar.

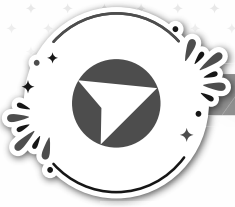
ℓ : Açısal momentum kuantum (ikincil, yan) sayısı

- Orbitalin şeklini, türünü ve bir enerji düzeyinde kaç tane alt enerji düzeyi olduğunu veren kuantum sayısıdır.
- Yan kuantum veya ikincil kuantum sayısı olarak da adlandırılan açısal momentum kuantum sayısı ℓ ile gösterilir.
- Açısal momentum kuantum sayısının her bir değeri bir orbital türüne karşılık gelir.

İkincil kuantum sayısı (ℓ)	0	1	2	3
Orbital türü	s	p	d	f

- Bir enerji seviyesinde ℓ nin alabileceği değerler 0 ile n - 1 arasındaki tam sayılardır.

Baş kuantum sayısı (n)	1	2	3	4
İkincil kuantum sayısı (ℓ)	0	0, 1	0, 1, 2	0, 1, 2, 3
Orbital türü	1s	2s, 2p	3s, 3p, 3d	4s, 4p, 4d, 4f



Atomun Kuantum Modeli

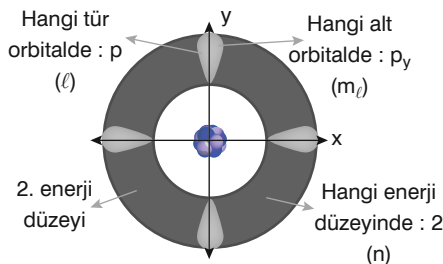
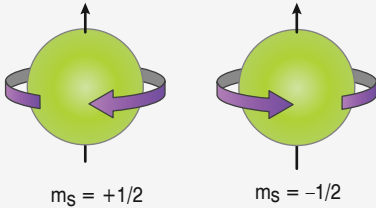
 m_ℓ : Manyetik kuantum sayısı

- ❶ Bir orbital türünün alt enerji düzeyinde kaç tane orbital olduğunu gösteren kuantum sayısıdır.
- ❷ Manyetik kuantum sayısı m_ℓ ile gösterilir.
- ❸ m_ℓ sıfır da dahil olmak üzere $-\ell$ ile $+\ell$ ve arasındaki bütün tam sayı değerlerini alabilir. ($-\ell, \dots, 0, \dots, +\ell$)
- ❹ Her ℓ değeri için, $2\ell + 1$ adet farklı m_ℓ değeri bulunur.

ℓ	m_ℓ	Açıklama
0 (s)	0	1. enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde 1 tane s orbitali bulunur.
1 (p)	-1, 0, +1	2. enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde 3 tane p orbitali bulunur.
2 (d)	-2, -1, 0, +1, +2	3. enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde 5 tane d orbitali bulunur.
3 (f)	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	4. enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde 7 tane f orbitali bulunur.

 m_s : Spin kuantum sayısı

- ❶ Elektronun kendi eksenini etrafındaki varsayılan dönüşü **spin** olarak adlandırılır ve m_s ile belirtilir.
- ❷ Bir elektronun saat yönündeki dönüşü ($+1/2$) veya yukarı ok ($\uparrow$) ile, saat yönünün tersi yönde dönüşü ise ($-1/2$) veya aşağı ok ($\downarrow$) ile belirtilir.



Kuantum sayıları, bir tür adres gibi, elektronların atomun yapısındaki bulunma ihtimali olan bölgeleri tanımlayan verilerdir.

Örnek

Aşağıdaki tabloda verilen orbitaller için baş kuantum sayısı (n), açısal momentum kuantum sayısı (ℓ), manyetik kuantum sayılarını (m_ℓ) yazınız.

Çözüm..

Orbital	n	ℓ	m_ℓ
1s			
2p			
3s			
3d			
4p			
5s			
6f			

Örnek

Alt enerji düzeyindeki tüm orbitallerinin manyetik kuantum sayısı (m_ℓ) değeri en fazla $+1$ olan orbital türü aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) s B) p C) d D) f E) g

Çözüm..**Örnek**

Baş kuantum sayısı 3 olan bir orbital ile ilgili;

- $n = 3$ tür.
- Açısal momentum kuantum sayısı 1 dir.
- Manyetik kuantum sayısı $+2$ dir.

İfadelerinden hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..

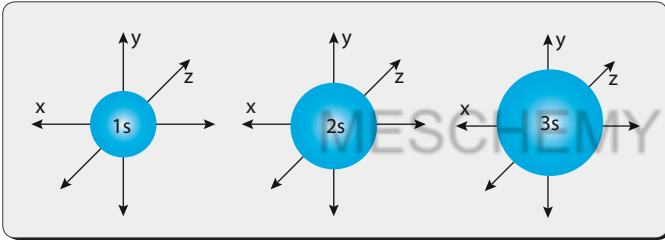


ORBİTALLER VE ÖZELLİKLERİ

- Orbitaller tam olarak tanımlanmış şekillere sahip değildir. Ancak özellikle kimyasal bağ oluşumu açıklanırken orbitalin özgün şekillere sahip olduğunu varsaymak uygundur. Bundan dolayı bazı orbitallerin şekilleri ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

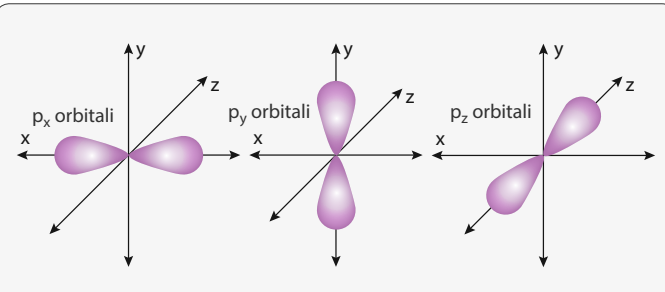
s Orbitalleri

- Küresel yapılıdır.
- Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ) değeri 0 olan orbitallerdir.
- Manyetik kuantum sayısı sadece 0'dır.
- En fazla 2 elektron alabilir.
- 1. enerji düzeyinden itibaren her enerji seviyesinde bulunurlar.
- Baş kuantum sayısının (n) değeri arttıkça s orbitallerinin de büyüklüğü ve enerjisi artar.



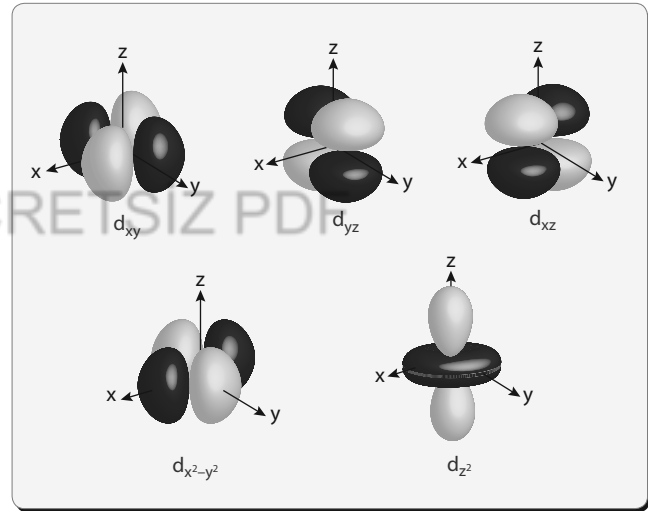
p Orbitalleri

- Çekirdeğin iki tarafında zıt yönelmiş iki ayrı lobdan oluşan elektron bulutudur.
- Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ) değeri 1 olan orbitallerdir.
- Manyetik kuantum sayıları $-1, 0, +1$ dir.
- 2. enerji düzeyinden itibaren her enerji seviyesinde bulunurlar.
- Aynı enerji düzeyinde p_x, p_y ve p_z olmak üzere 3 tane p orbitali vardır. Bu orbitaller özdeş durumdayken eşit enerjilidir.
- Her orbital en fazla 2 elektron aldığı için p orbitalleri toplam 6 tane elektron alabilir.



d Orbitalleri

- Kompleks şekillere sahiptirler.
- Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ) değeri 2 olan orbitallerdir.
- Manyetik kuantum sayıları $-2, -1, 0, +1, +2$ dir.
- 3. enerji düzeyinden itibaren her enerji seviyesinde bulunurlar.
- Aynı enerji düzeyinde toplam 5 tane d orbitali bulunur.
- Her bir orbital en fazla 2 elektron alabileceği için d orbitalleri toplam 10 elektron alabilir.
- d orbitalleri uzaydaki yönelişlerine göre $d_{xy}, d_{xz}, d_{yz}, d_{x^2-y^2}$ ve d_{z^2} şeklinde gösterilir. Bu orbitaller özdeş durumdayken eşit enerjilidir.



f Orbitalleri

- d orbitallerine göre, daha kompleks şekillere sahiptirler.
- Açısal momentum kuantum sayısı (ℓ) değeri 3 olan orbitallerdir.
- Manyetik kuantum sayıları $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ tür.
- 4. enerji düzeyinden itibaren her enerji seviyesinde bulunurlar.
- Aynı enerji düzeyinde bulunan ve uzaydaki yönelişleri farklı olan toplam 7 tane f orbitali vardır.
- Orbitaller özdeş durumdayken eşit enerjilidir.
- Her bir orbital en fazla 2 elektron alabileceği için f orbitalleri toplam 14 tane elektron alabilir.



Atomun Kuantum Modeli

Örnek

2. enerji düzeyinden itibaren her enerji seviyesinde bulunabilen orbital türü ile ilgili;

- Açıl momentum kuantum sayısı değeri 1 dir.
- Toplam 6 elektron alabilir.
- Aynı enerji düzeyinde en fazla 3 tane olabilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) Yalnız I C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm..

Örnek

4. enerji düzeyinden itibaren bulunurlar.
- 7 tanedirler.
- Aynı enerji seviyesindeki özdeş her bir orbital 14 elektron alabilir.

f orbitalleriyle ilgili yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

Çözüm..

Örnek

- Her enerji seviyesinde bulunurlar.
- Aynı manyetik kuantum sayısına sahip orbitalleri bulunabilir.
- d orbitali bulunan her enerji düzeyinde p orbitali de bulunur.

d ve p orbitalleri ile ilgili yukarıdaki ifadelerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

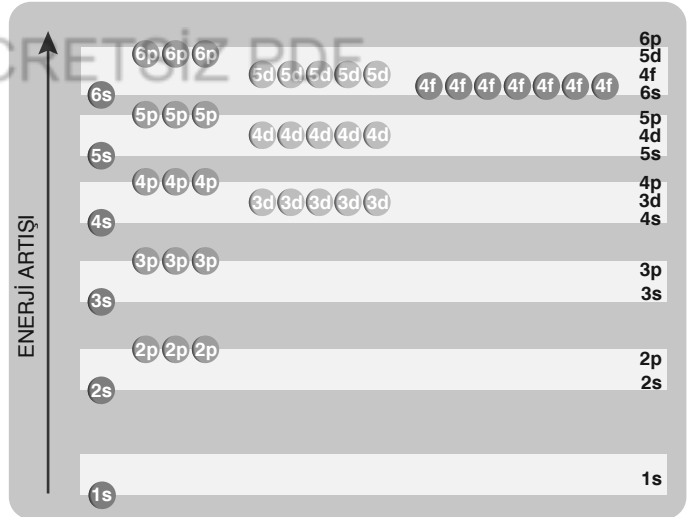
Çözüm..

ÇOK ELEKTRONLU ATOMLARDA ORBİTALLERİN ENERJİ SEVİYELERİ

- Birden fazla elektronu bulunan atomlarda baş kuantum sayısı (n) büyüdükçe o katmanda bulunan orbitallerin ve dolayısıyla orbitaldeki elektronların enerjisi de artar.
- Çok elektronlu atomlarda aynı katmanda bulunan farklı tür orbitallerin enerjileri birbirinden farklıdır.
- Orbitallerin enerjisi $n + \ell$ değerinin artması ile artar.
- Eğer orbitallerin $n + \ell$ değeri aynı ise, baş kuantum sayısı (n) büyük olan orbitalin enerjisi daha büyüktür.
- $n + \ell$ değerlerine göre orbitallerin enerjileri arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f	5s	5p	5d	5f	6s	6p	6d	6f	7s
$n + \ell$:	1	2	3	3	4	5	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9	7

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s \dots\dots$$



Örnek

Aşağıdaki orbital enerji karşılaştırmalarından hangisi doğrudur?

- A) $1s > 2s$ B) $5f > 6p$ C) $4d > 5p$
D) $3p = 4s$ E) $3s > 4s$

Çözüm..