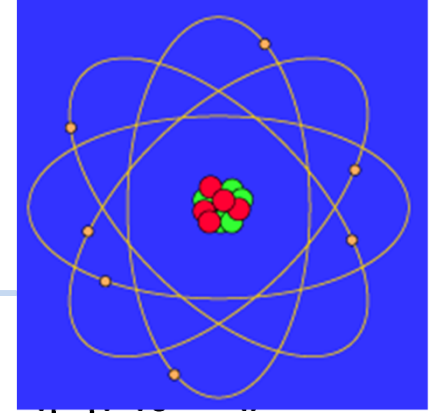


# Ernest Rutherford Atom Modeli

---

- Protonlar atomun merkezinde (çekirdekte) yoğunlaşmıştır
  - Elektronlar çekirdek etrafında gezegenlerin güneş etrafında hareketine benzer şekilde dolaşmaktadırlar
  - Atom hacmi itibariyle bakıldığında neredeyse boşluktan ibarettir
  - Bu model elektronların çekirdeğin çevresine nasıl yerleştiğini göstermez.
-

# Bohr Atom Modeli



- Klasik fiziğe göre hareketsiz – yüklü elektronların + yüklü çekirdeğe çekilmesi gerekir. Bu durum:

■ Elektronların tıpkı güneşin etrafında dönmesi gibi hareket ettiği düşüncesini ortaya koyar. Bununla birlikte yine klasik fiziğe göre yörüngede hareket eden elektronlar sürekli hızlanacak ve enerji yayınlayacaktı. Enerji kaybı elektronları çekirdeğe yaklaştıracaktı. Bohr klasik fizik ve quantum kuramının sentezini yaparak aşağıdaki varsayımları ortaya attı:

- Elektronlar dairesel yörüngede klasik fiziğin tarif ettiği şekilde döner
- Elektron izin verilen bir yörünge dizisinde bulunabilir ve buna durağan hal denir. İzin verilen yörüngeler, elektronun belirli özelliklerinin kendine özgü değerler aldığı yörüngelerdir.
- Elektron yalnızca izin verilen bir yörüngeden izin verilen diğer bir yörüngeye geçebilir. Bu tür geçişte planck eşitliği ile hesaplanabilen belirli bir değere sahip bir enerji paketi (kuanta) alınır ya da verilir.

# Bohr Atom Modeli

---

- **Elektronun enerji seviyesi,**
  - bir merdivenin basamakları gibi düşünülebilir,
  - Elektron iki enerji seviyesi arasında bulunamaz; nasıl ki sizin merdivenin basamakları arasında duramayacağınız gibi!

# Bohr Atom Modeli

---

- Elektronlar bir enerji seviyesinden başka bir enerji seviyesine atlayabilir.
  - Yüksek enerji seviyesinden düşük enerjili seviyeye atlarken, iki enerji seviyesinin arasındaki enerji farkı kadar enerji açığa çıkar (atomdan ışık= Radyasyon yayılır);
  - Ters durumda iki enerji seviyesi arasındaki enerji farkı kadar enerji dışarıdan atoma verilerek (buna atomun uyarılması denir), elektron yüksek enerjili orbitale taşınabilir.

# Modern Atom Modeli

---

- Günümüzde kullanılan atom modeli, dalga mekaniğine dayanmaktadır.
  - Dalga mekaniğine göre, elektronlar çekirdek etrafında, gezegenlerin güneşin etrafındaki belirli yörüngelerde dönmeleri gibi hareket etmezler!
  - Aslında, elektronun yerini tam olarak belirlemek imkansızdır
  - Elektronun bulunma ihtimalinin olduğu yer, elektronun ne kadar enerjiye sahip olduğuyla alakalıdır

# Modern Atom Modeli

---

- **Elektron bulutu,**
  - Elektronun bulunma ihtimalinin en yüksek olduğu bölgeyi ifade etmektedir
- Elektronlar sahip oldukları enerjilere göre, elektron bulutu içerisinde belirli bir alana hapsolmuşlardır
- En düşük enerjili elektronlar, çekirdeğe en yakın enerji bölgesinde bulunurlar; en yüksek enerjili elektronlar da çekirdekten en uzaktaki dış enerji bölgelerinde bulunurlar

# Atomik orbitaller

---

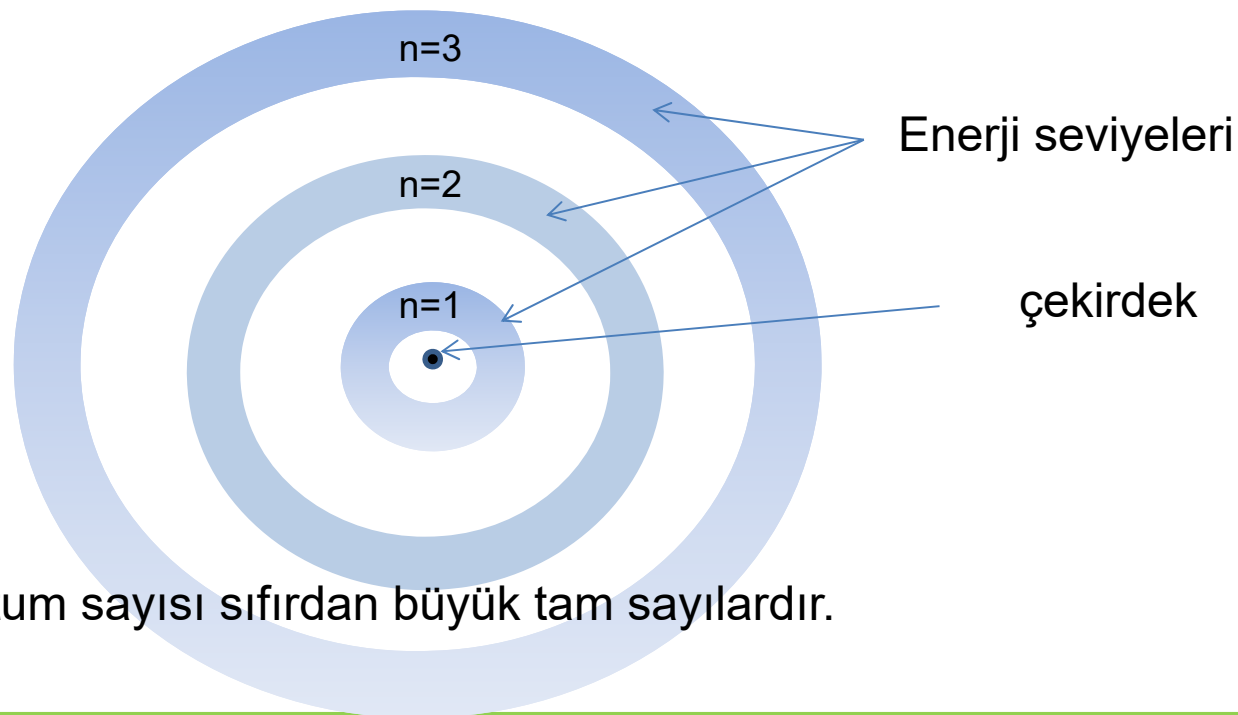
- Modern Atom Teorisinde elektronların durumlarını ifade etmek için kuantum sayıları kullanılmıştır:

1. Baş kuantum sayısı ( $n$ ),
2. Orbital (yörüngesel) kuantum sayısı ( $l$ ),
3. Manyetik kuantum sayısı ( $m_l$ ),
4. Spin manyetik kuantum sayısı ( $m_s$ )

Herhangi iki elektron için bu 4 parametreden en az bir tanesi farklı olmak zorundadır.

# Baş kuantum sayısı (n)

- Çekirdekten uzaklaştıkça  $n = 1, 2, 3, \dots$  şeklinde **enerji seviyelerini** ifade eden sayılar



Not: Baş kuantum sayısı sıfırdan büyük tam sayılardır.



# Baş kuantum sayısı (n)

---

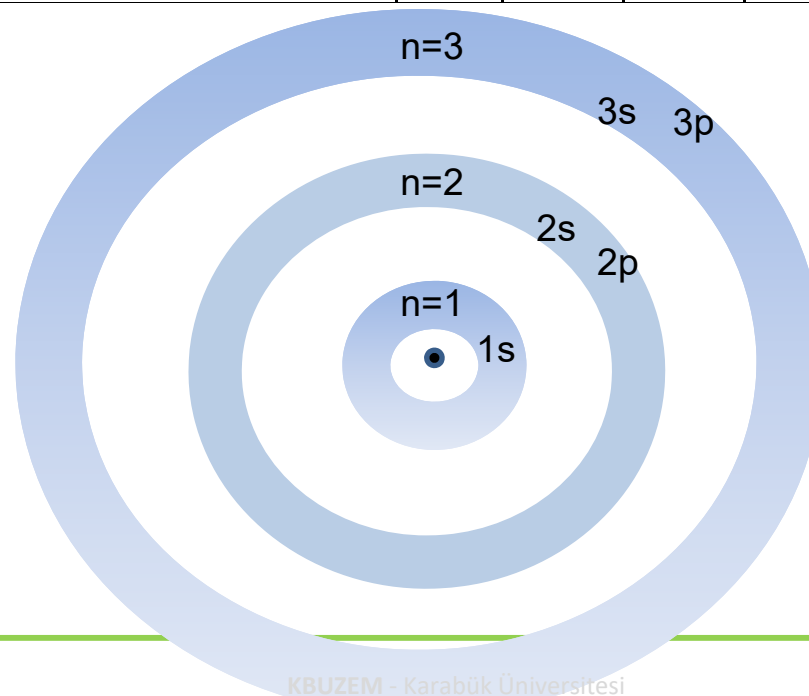
- Bir enerji seviyesinde bulunabilecek max elektron sayısı  $2n^2$  formülü ile hesaplanır.  
n=1 enerji seviyesinde en fazla 2;  
n=2 enerji seviyesinde en fazla 8;  
n=3 enerji seviyesinde en fazla 18 elektron bulunur.

# Orbital(yörüngesel) kuantum sayısı (l)

$$l = 0, 1, 2, 3, \dots (n-1)$$

0 dahil pozitif tam sayılardır

Orbital kuantum sayısı ( l )	0	1	2	3	4	...
Alt Kabuk	s	p	d	f	g	...



# Atomik orbitaller

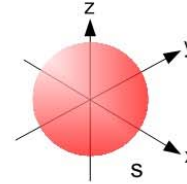
	orbitaller	Max elektron sayısı	İlk defa görüldüğü enerji seviyesi
s	1	2	1
p	3	6	2
d	5	10	3
f	7	14	4

# Manyetik Kuantum Sayısı ( $m_l$ )

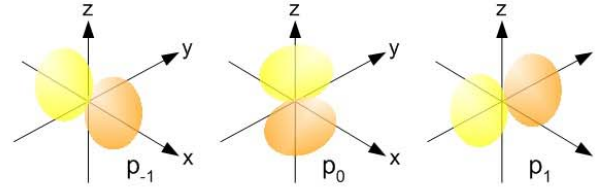
$l$  orbital açısal momentum kuantum sayısıdır.

$$m_l = \pm l \text{ } (-l, +l)$$

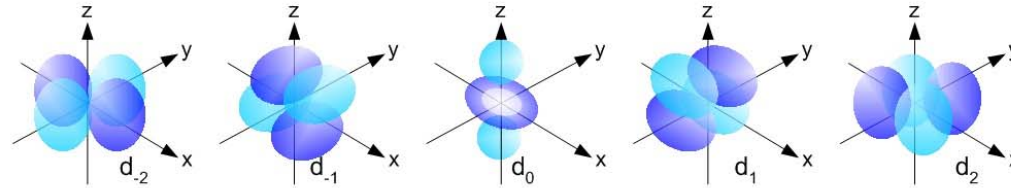
$l = 0$ ;  $m_l = 0$  (1 çeşit s orbitali vardır)



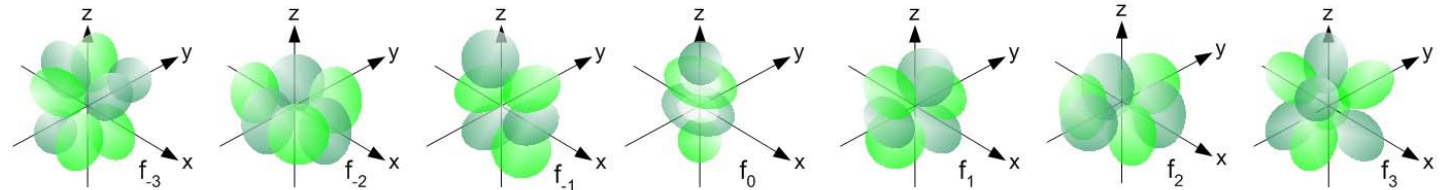
$l = 1$ ;  $m_l = -1, 0, 1$  (3 çeşit p orbitali vardır)



$l = 2$ ;  $m_l = -2, -1, 0, 1, 2$  (5 çeşit d orbitali vardır)



$l = 3$ ;  $m_l = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$  (7 çeşit f orbitali vardır)



# Soru

---

- Bir orbitalin kuantum sayıları  $n=2$ ,  $l=2$  ve  $m_l=2$  olabilir mi?

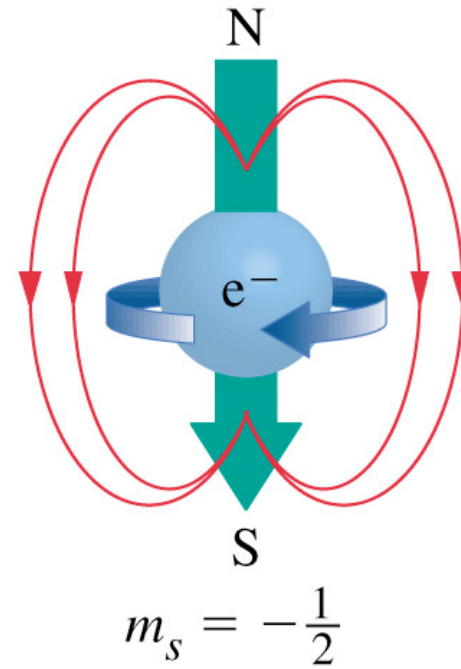
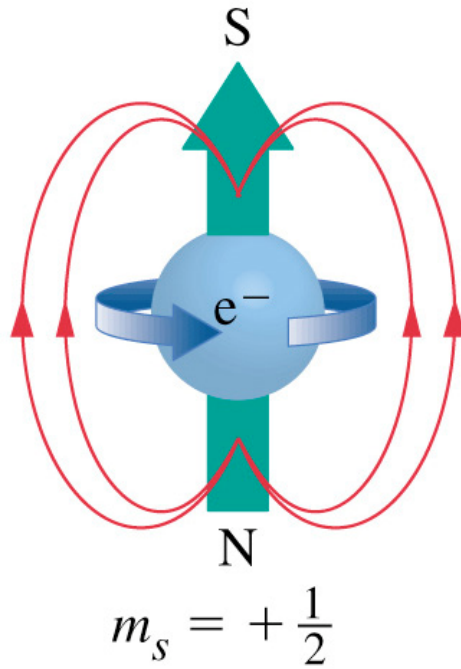
Olamaz. Çünkü  $l$  hiçbir zaman  $n-1$  den daha büyük değer alamaz. Bu durumda  $n=2$  olduğunda  $l=0$  ya da  $1$  olabilir.  $l$  yalnızca  $0$  ya da  $1$  olabileceğine göre,  $m_l$   $2$  olamaz.

$l=0$  ise  $m_l=0$ ,

$l=1$  ise  $m_l=-1, 0, +1$  olabilir.

# Spin Manyetik Kuantum Sayısı ( $m_s$ )

Orbitalde elektronun kendi eksenini etrafında dönme yönünü ifade eden kuantum parametresidir. Bu değer olarak ya  $+1/2$ ; ya da  $-1/2$  olarak ifade edilir.



# Enerji seviyeleri

---

## n=1 enerji seviyesinde;

- Çekirdeğe en yakın enerji seviyesidir
- Sadece s orbitali bulunur
- Sadece 2 elektron bulunur
- $1s^2$

## n=2 enerji seviyesinde;

- s ve p orbitali bulunur
- s orbitalinde 2; p orbitallerinde 6 elektron bulunur
- $2s^2 2p^6$
- toplam 8 elektron bulunur

# Enerji seviyeleri

---

## n=3 enerji seviyesinde;

- s, p ve d orbitalleri bulunur
- s orbitalinde 2;
- p orbitallerinde 6;
- d orbitallerinde ise 10 elektron bulunur
- $3s^2 3p^6 3d^{10}$
- Toplam 18 elektron

## n=4 enerji seviyesinde;

- s, p, d ve f orbitalleri bulunur
- s orbitalinde 2;
- p orbitallerinde 6;
- d orbitallerinde 10;
- f orbitallerinde 14 e bulunur
- $4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$
- Toplam 32 elektron



# Enerji seviyeleri

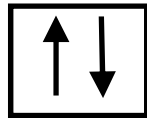
---

- $n=4$  enerji seviyesinden sonra orbitaller düzgün sırayla dolmazlar,
- Enerji seviyeleri çakışır
- Düşük enerjili orbital önce dolar

# Elektronların Orbitalle Yerleştirilmesi

---

- En düşük enerji seviyesinden ( $n=1$ ) başlanır, ve artan enerji sırasına göre elektronlar orbitalle yerleştirilir (Aufbau Kuralı)
- Bir orbitalde en fazla iki elektron olabilir, bu elektronları dönme yönleri birbirine zıt olmalıdır (Pauli kuralı)
  - Bir atomda 4 kuantum sayısı da birbirine eşit iki elektron olamaz!!!



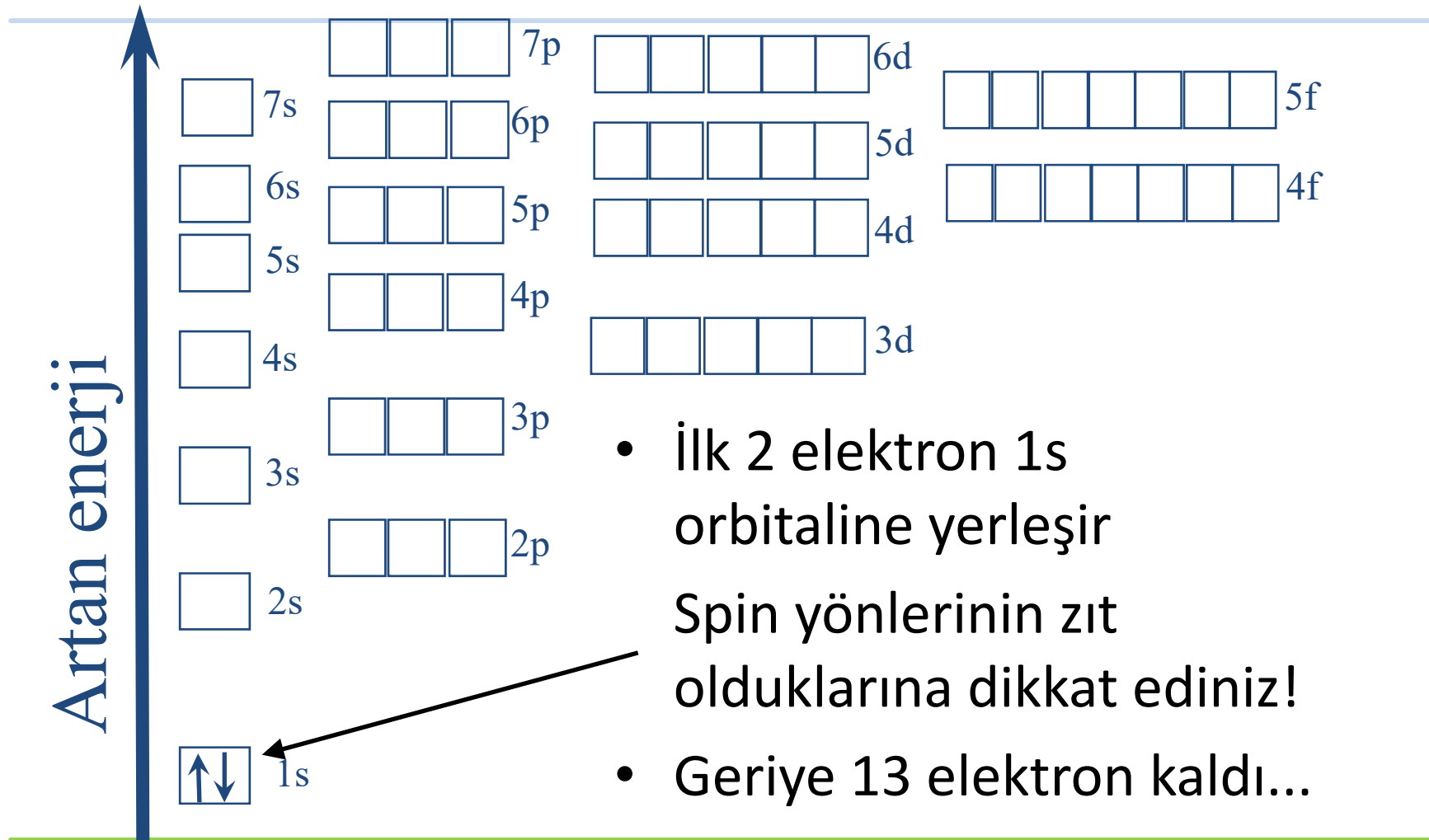
- Elektronlar eşit enerjili orbitalle yerleştirilirken zorunlu olmadıkça çift oluşturmazlar. Yani elektronlar eş enerjili orbitalle birer birer yerleşirler (Hund kuralı)

# Elektronların Orbitalere Yerleştirilmesi

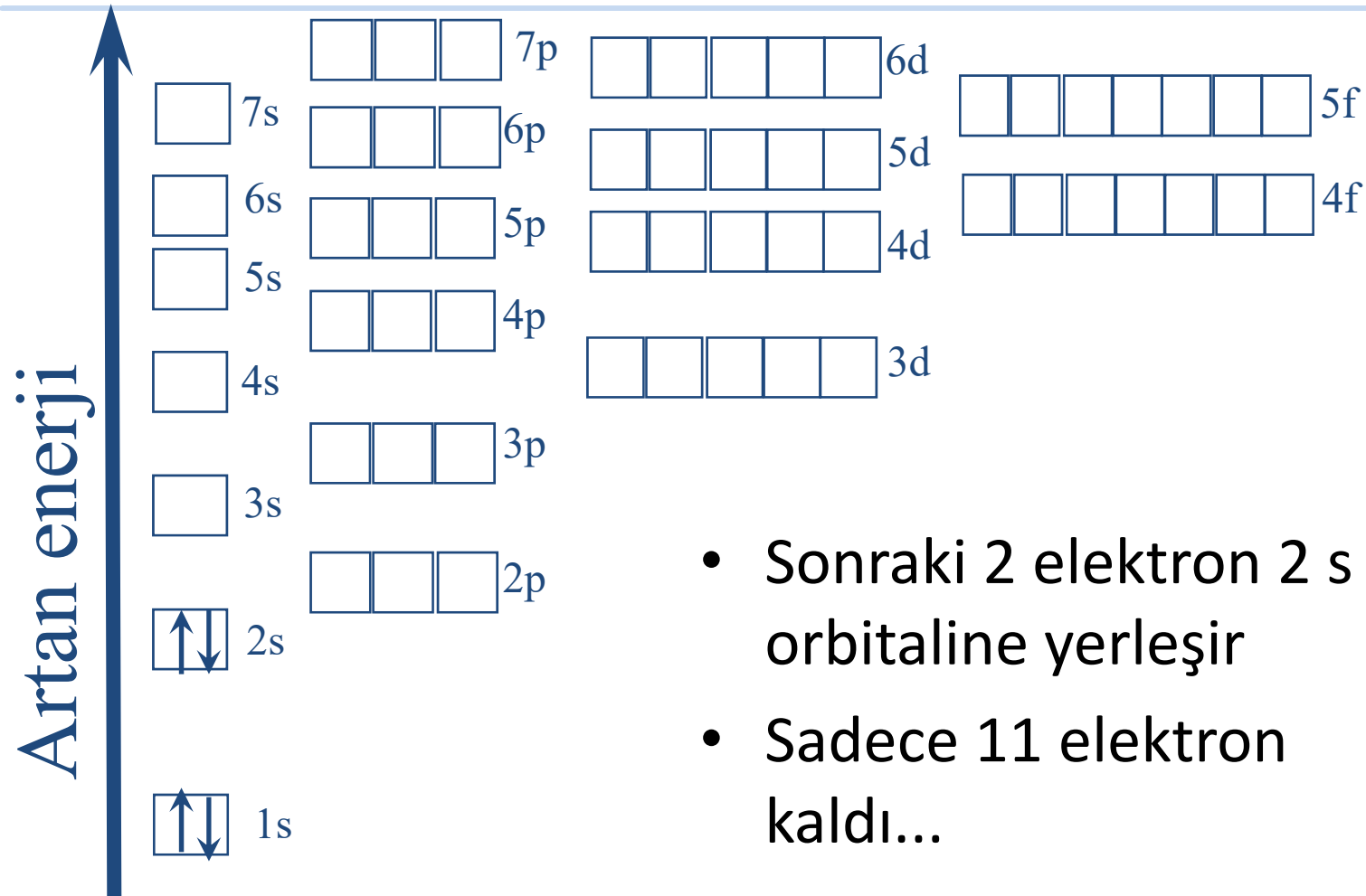
---

- Şimdi Fosfor (P) elementinin elektronlarını orbitalere yerleştirelim
  - Fosfor atomunda 15 tane elektron bulunur

# Elektron dizilişı

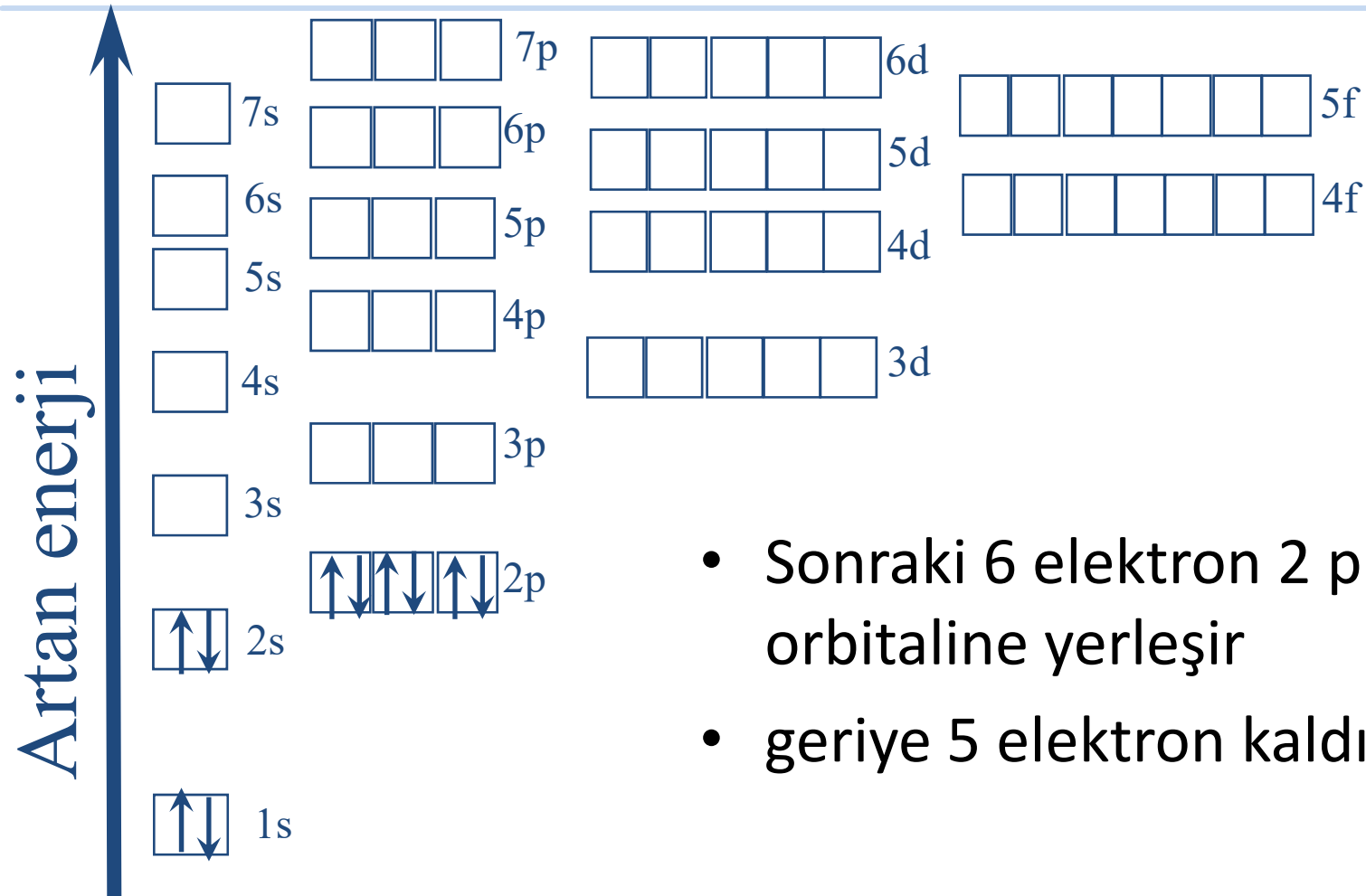


# Elektron dizilişı



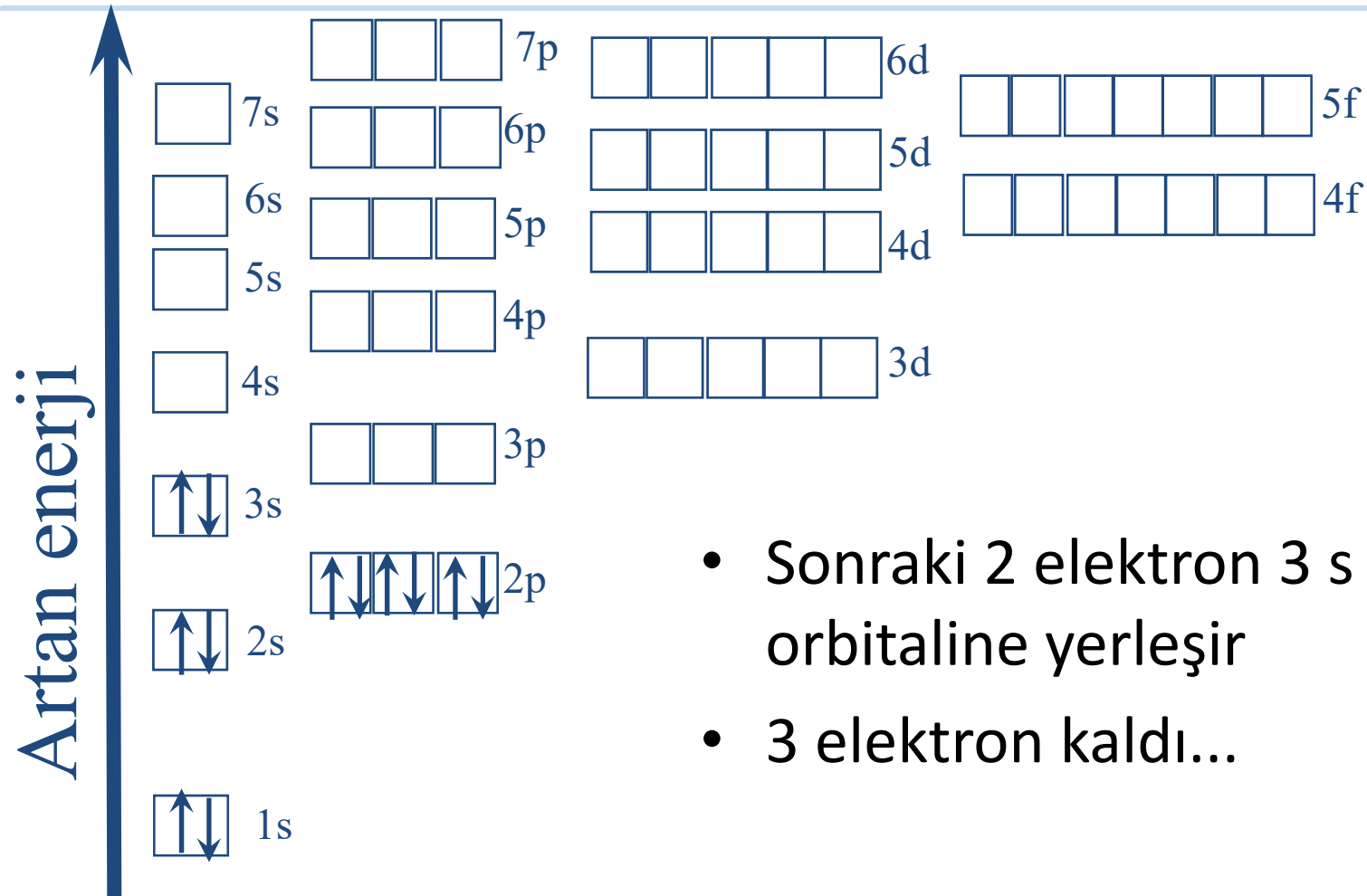
- Sonraki 2 elektron 2 s orbitaline yerleşir
- Sadece 11 elektron kaldı...

# Elektron dizilişı



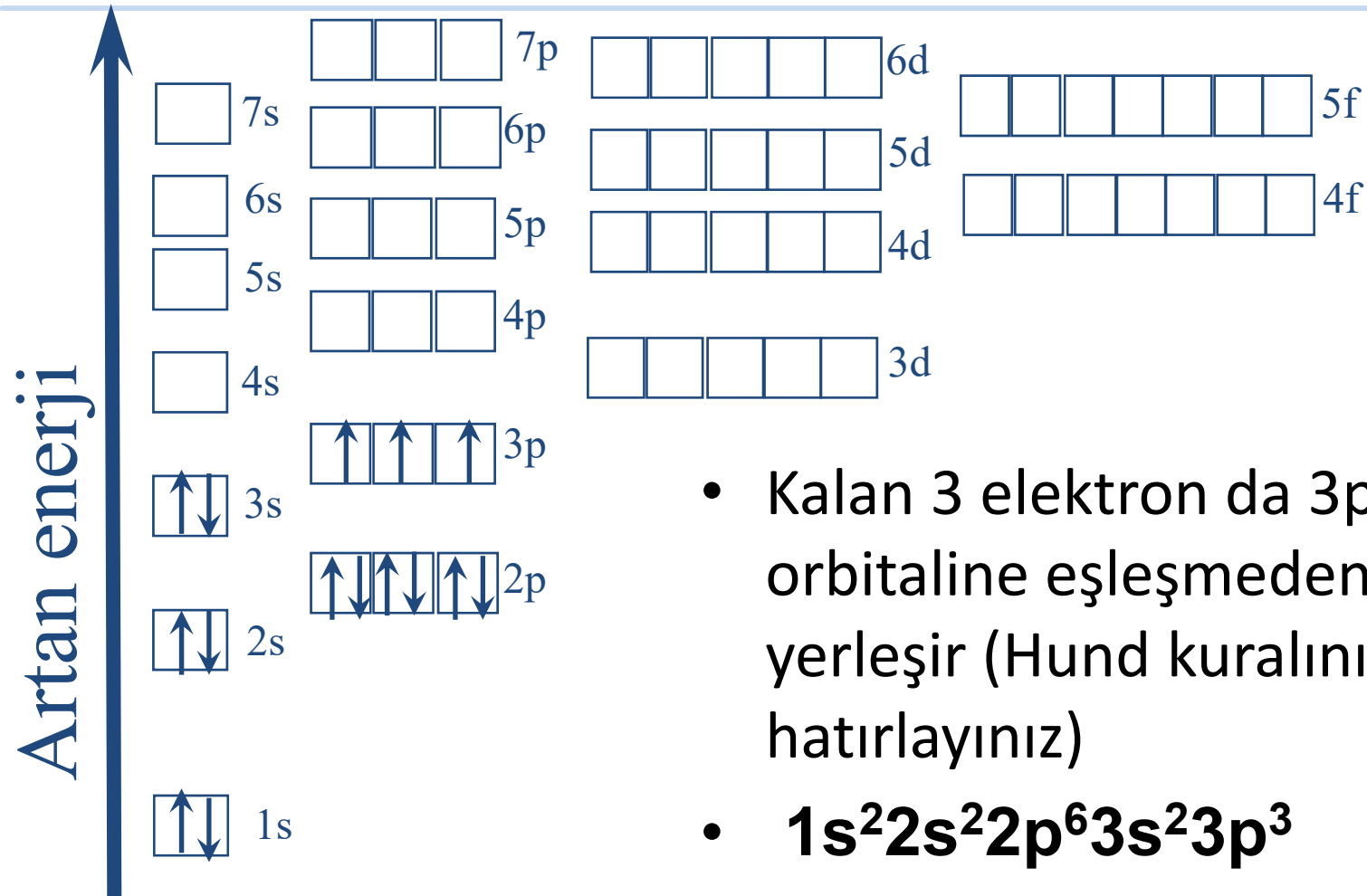
- Sonraki 6 elektron 2 p orbitaline yerleşir
- geriye 5 elektron kaldı...

# Elektron dizilişı



- Sonraki 2 elektron 3 s orbitaline yerleşir
- 3 elektron kaldı...

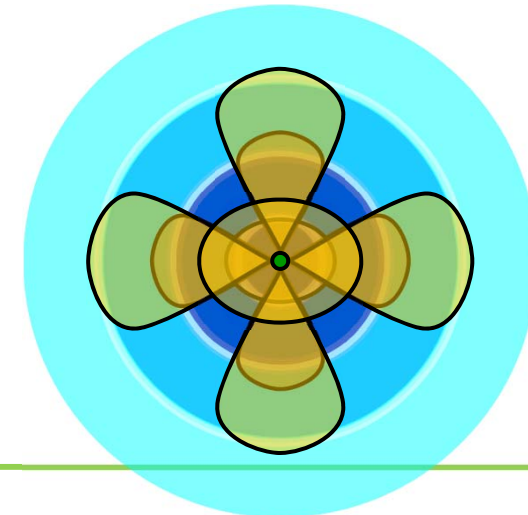
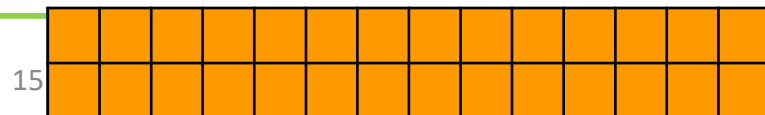
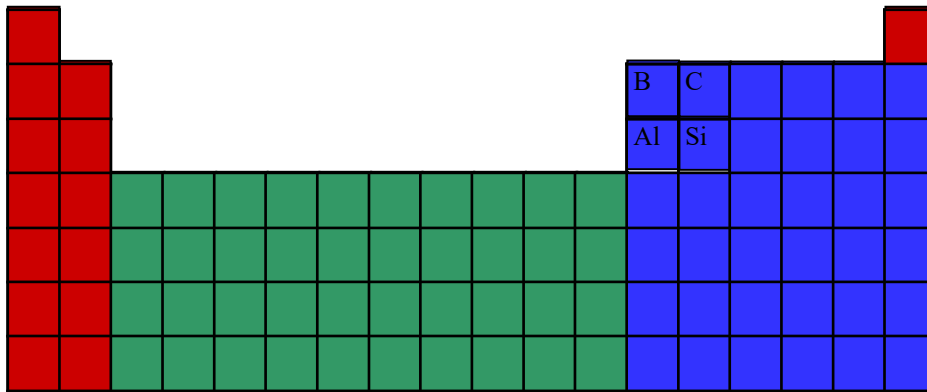
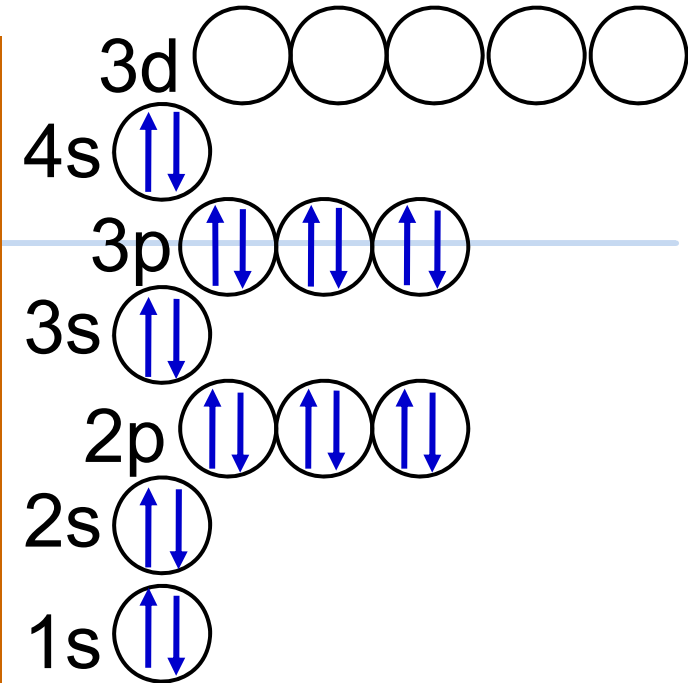
# Elektron dizilişi





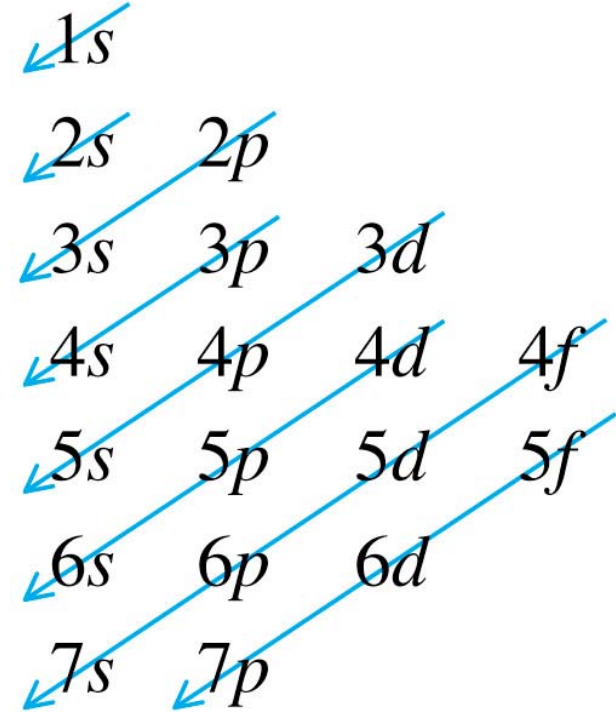
n	l	$m_l$	$m_s$
1	0(s)	0	
2	0(s)	0	
	1(p)	-1, 0, 1	
3	0(s)	0	
	1(p)	-1, 0, 1	
	2(d)	-2, -1, 0, 1, 2	
4	0(s)	0	

ENERGY



# Elektron dizilişı

- Düşük enerjiden yüksek enerjiye doğru
- Elektronlar orbital enerjilerini değiştirirler. **Tam dolu** orbitaller en kararlı haldedirler
- Öte yandan, yarı dolu orbitaller daha düşük enerjiye sahiptirler ve kısmen kararlı haldedirler!!
  - Bu yüzden elektron diziliş sırası değişebilir!!!



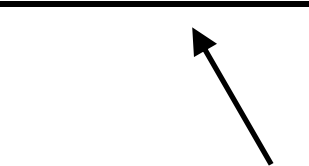
# Elektron dizilişı

---

- Titanyum - 22 elektron
    - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$
  - Vanadyum - 23 elektron
    - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$
  - Krom - 24 elektron
    - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$  (olması gereken)
    - ❖ Ama öyle değil!!!
-

## Elektron dizilişi: Krom

---

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$   

  - Neden?
  - Bu durumda iki yarı dolu orbital olur!
  - Yarı dolu orbitalin enerjisi biraz düşük olacağından bu halde kısmen kararlı olur
  - Aynı durum bakır için de geçerlidir
-

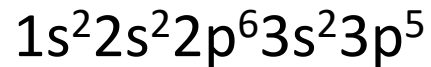
# Elektron dizilişi: Bakır

---

- Bakır 29 elektrona sahiptir, elektron diziliminin aşağıdaki gibi olması beklenir:  
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$
  - Fakat asıl elektron dizilimi:
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^1 3d^{10}}$
  - Bu sayede bir tane tam dolu, bir tane yarı dolu orbital elde edilmiş olur
  - Bu hallerdeki istisnaları hatırlayalım:  **$d^4$** ,  **$d^9$**
-

# örnek

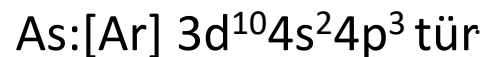
- a)Aşağıdaki elektron dağılımına sahip elementi belirleyiniz



- b)Arseniğin elektron dağılımını yazınız. As(Z=33)

- a)Toplam elektron sayısı=17 dir. Atom numarası 17 olan element klordur.
- b)Arsenik (Z=33) 4. periyot ve 15. grupta bulunur.

Arseniğin değerlik kabuğundaki elektron dağılımı  $4s^2 4p^3$  tür. Üçüncü periyodun sonundaki asal gaz ise Ar (Z=18) dir ve dördüncü periyottaki alt kabuklar 4s, 3d ve 4p sırasına göre dolar. Elektron dağılımında 33 elektron bulunması gerektiğine göre



# örnek

- Bir atomun kabuk, alt kabuk ve orbitallerindeki elektronlar dikkate alındığında, aşağıdaki sistemlerde kaçar elektronlar bulunabilir?

a)  $n=3$ ,  $l=2$ ,  $m_l=0$  ve  $m_s=+1/2$

b)  $n=3$ ,  $l=2$  ve  $m_l=0$

c)  $n=3$  ve  $l=2$

d)  $n=3$

e)  $n=3$ ,  $l=2$  ve  $m_s=+1/2$

- a) Dört kuantum sayısı 1 elektron tanımlar.
- b) Bu üç kuantum sayısı 2 elektron bulundurabilen bir orbitali tanımlar. 2 elektron bu üç kuantum sayısına sahip olabilir.
- c) Bu iki kuantum sayısı, beş orbital içeren 3d altkabuğunu belirtir. Herbirinde 2 elektron bulunabilir.  $n=3$ ,  $l=2$  kuantum sayısına sahip 10 elektron olabilir.
- d)  $n=3$  beş orbital bulunan 3d altkabuğu, üç orbital bulunan 3p ve 3s'i tanımlar. Bu dokuz orbitalden herbiri 2'şer elektron olmak üzere 18 elektron içerir.
- e) İlk iki kuantum sayısı, 5 orbital bulunan 3d altkabuğunu belirtir. Her orbital, spini farklı 2 elektron barındırabilir.  $n=3$ ,  $l=2$  ve  $m_s=+1/2$  5 elektronu tanımlar.

# örnek

- Aşağıdaki sayıları belirtmek için, elektron dağılımları ile ilgili temel kuralları kullanınız.  
a)P atomundaki eşleşmemiş elektron sayısı, b)Br atomunun 3d orbitallerindeki elektron sayısını,  
c)Ge atomunun 4 p orbitallerindeki elektron sayısını, d)Ba atomunun 6s orbitallerindeki elektron sayısı.

(<sub>15</sub>P, <sub>35</sub>Br, <sub>32</sub>Ge, <sub>56</sub>Ba)

- a)P:[Ne]3s<sup>2</sup> 3p<sup>3</sup> Her P atomunda 3 eşleşmemiş elektron vardır.
- b)Br:[Ar]3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>5</sup> Br atomunda 10 tane 3d elektronu vardır.
- c)Ge:[Ar]3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>2</sup> Ge atomunda 2 4p elektronu vardır.
- d)Ba:[Xe]6s<sup>2</sup> 2 6s elektronu vardır