

İz oluşumları

- **Yüklü partiküller** ortamda kendi yolları boyunca enerji bırakırlar ve iz oluşumuna neden olurlar. İz oluşumu kavramı genel olarak **hızlı elektronlardan** kaynaklanmıştır.
- Esas itibarı ile madde üzerinde yüksek enerjili radyasyonun tüm etkisi **hızlı yüklü parçacıklardan** dolaydır.

İz oluşumları

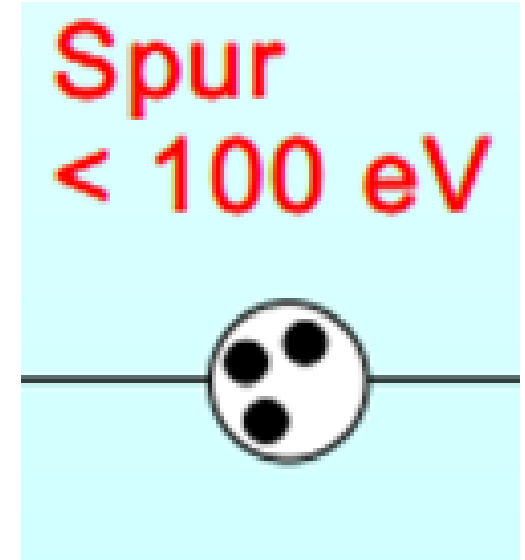
- İz oluşumları başlıca üç şekilde olmaktadır.
 - Spurlar
 - Bloblar
 - Short-tracklar

Spurlar

- Hareket eden parçacıkların yolu boyunca düşük enerji (<100 eV) kaybı, **spur** adı verilen iz oluşumlarını meydana getirir.
- Uyarılmış ve iyonize çeşitlerin küçük grupları için **spur** terimi kullanılmaktadır.

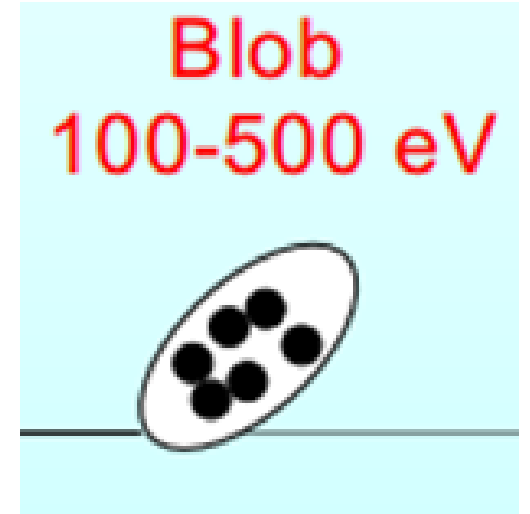
Spurlar

- Partiküller **düşük LET**'li ise, **spurlar** boncuk dizisi gibi geniş olarak yer alır ve **komşu spurlarla herhangi bir karışma** olmaksızın meydana gelir.
- Orta ve yüksek enerjili **elektronlar** ve yine çok yüksek enerjili **ağır yüklü partiküller** bu şekilde izler meydana getirir.

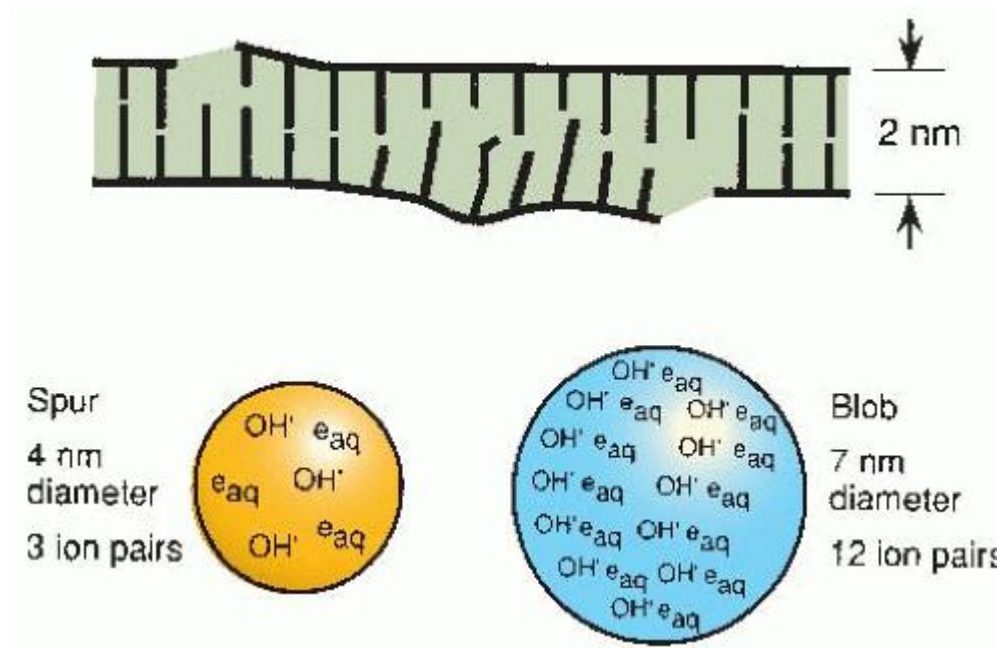


Bloblar

- Elektronların enerji kayıpları 100-500 eV civarında ise, büyük spurlara benzeyen armut şekilli iz oluşumları meydana gelir. Bu iz oluşumlarına **blob** adı verilir.

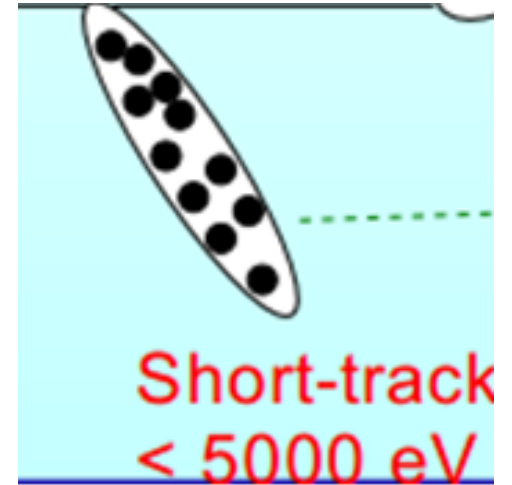


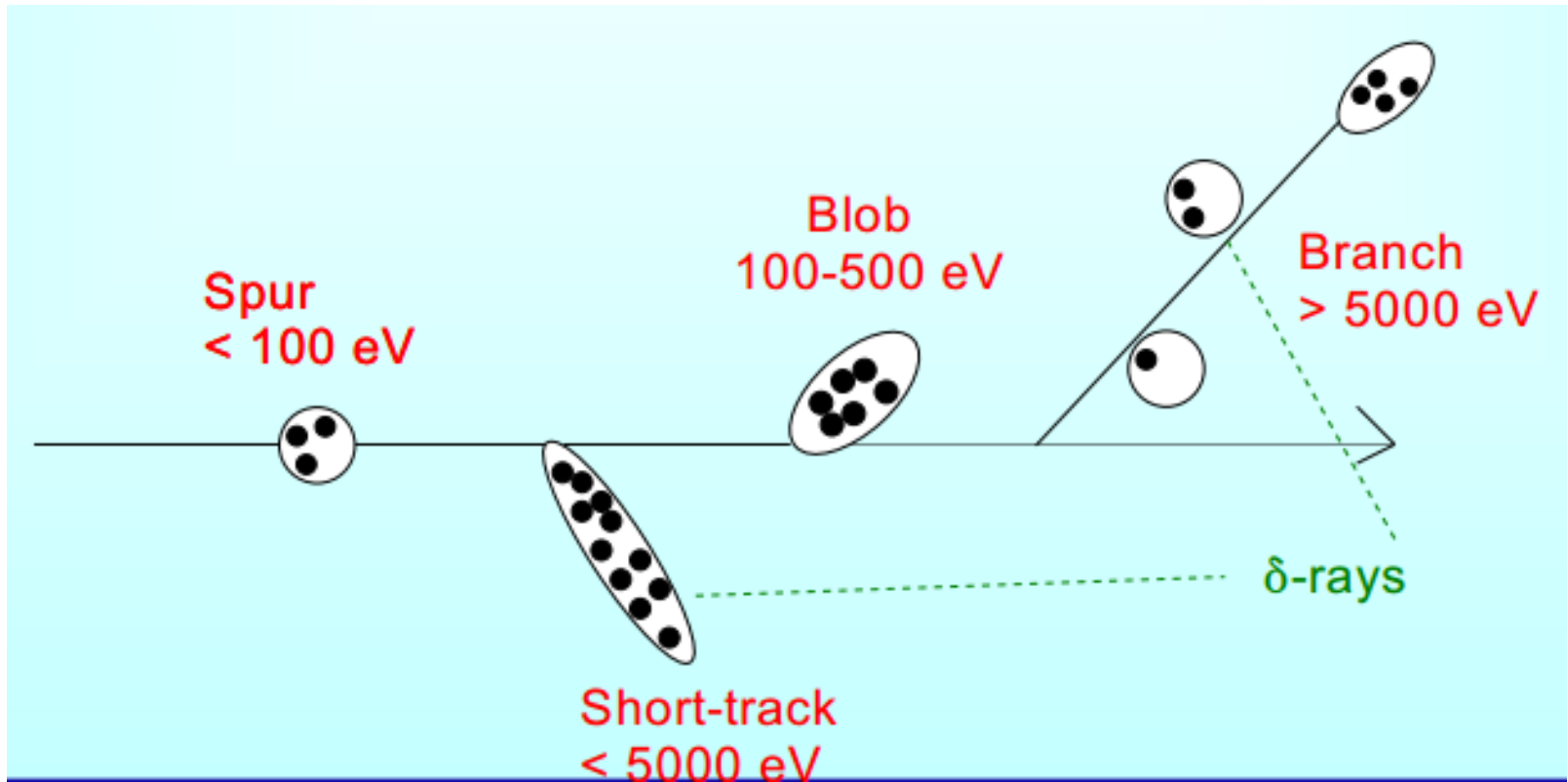
X-ışınlarının DNA'da oluşturduğu hasar sonucu oluşan spur ve bloklar



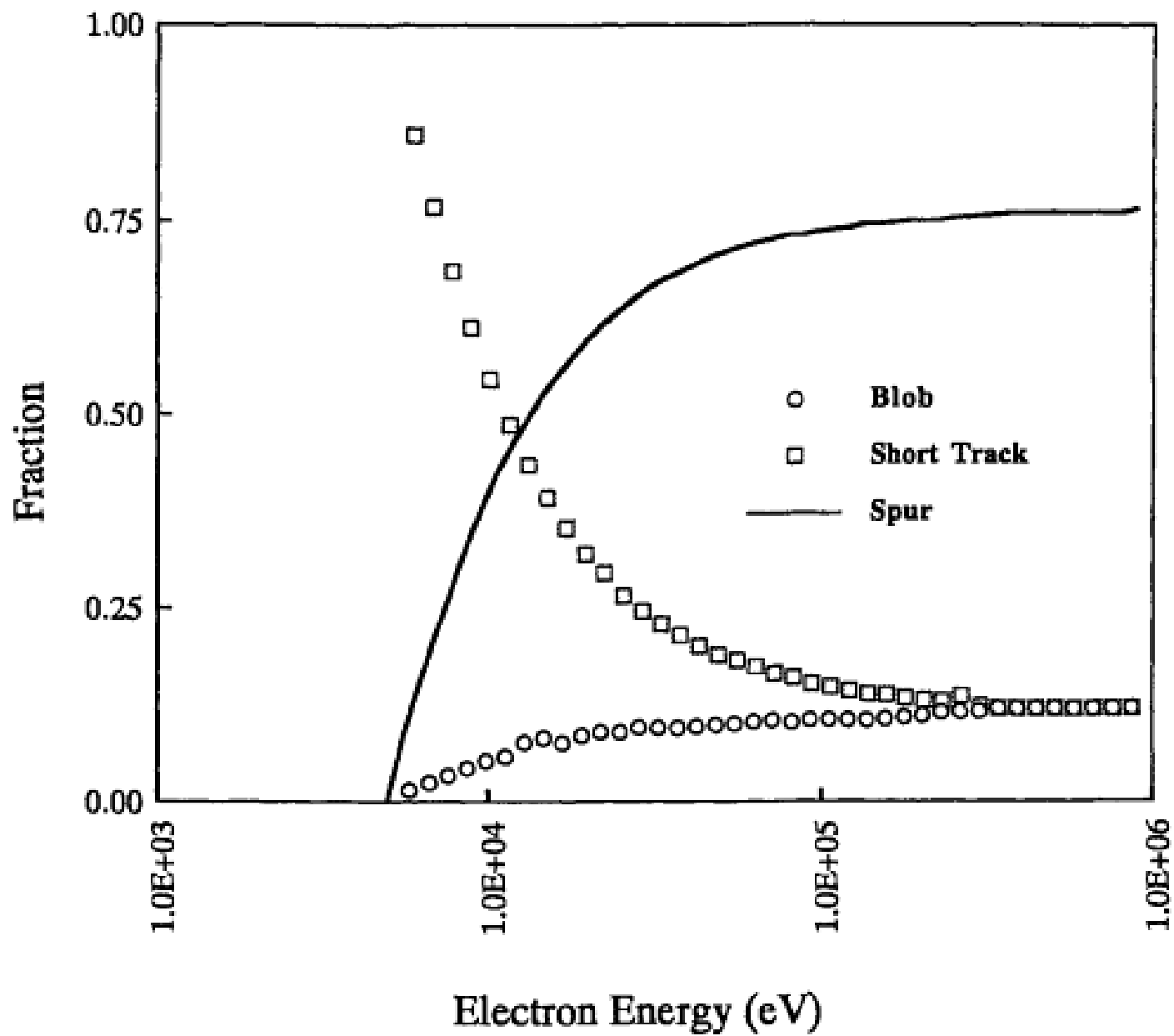
Short-tracklar

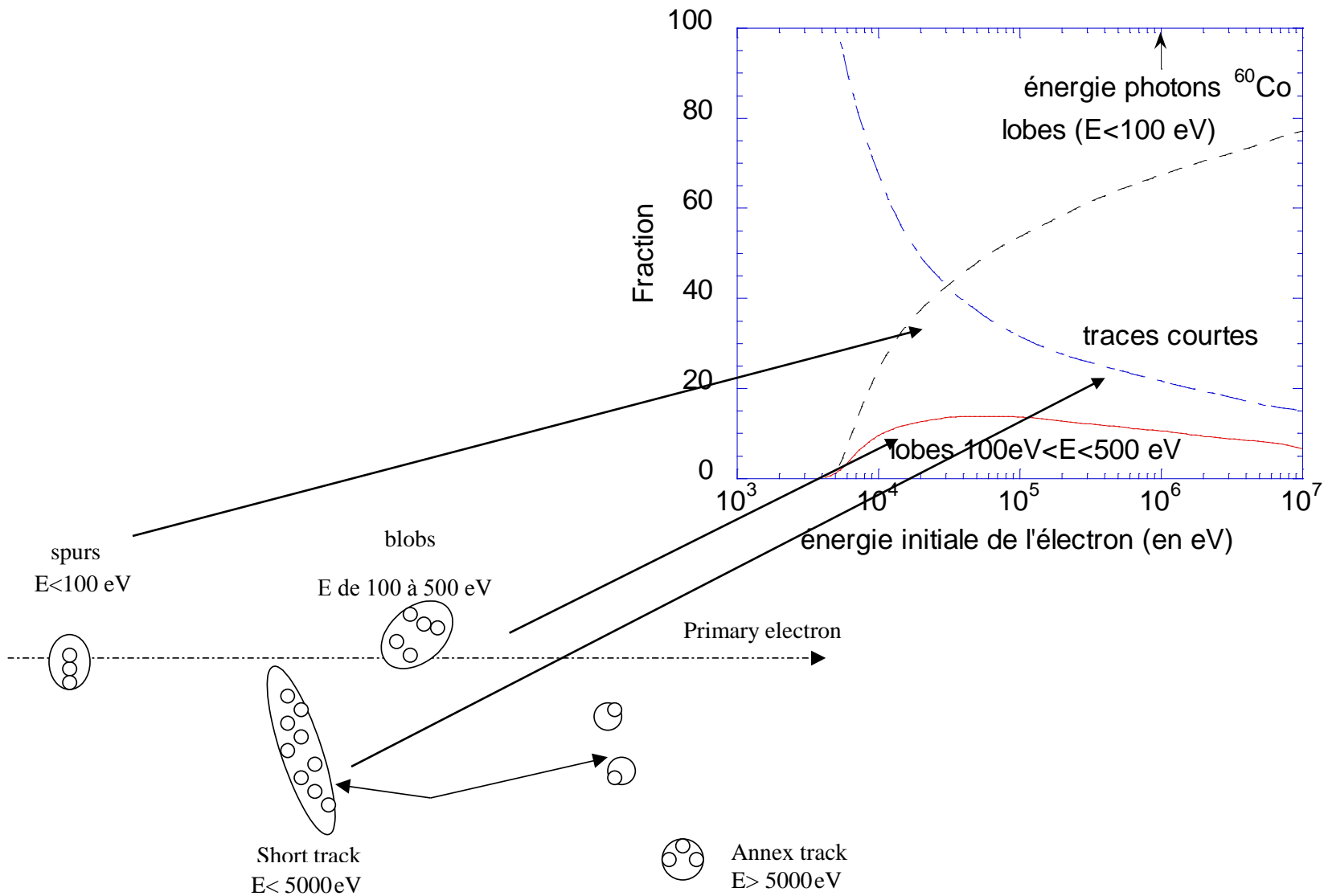
- 500-5000 eV arasındaki enerji kayıpları **short-track** ları meydana getirir.
- Yüksek LET'li partiküller için **spurlar** birbirine çok yakın oluşacak ve yan yana gelen **iki spurun kenarları** üst üste gelerek birleşecektir. Böylece **short-track** adı verilen iz oluşumu meydana gelecektir.
- Yüksek enerjili hem **elektronlar** hem de **ağır partiküller** yine bu iz oluşumlarını meydana getirirler.





- Pimblott ve diğ. (1990) yaptıkları çalışmada sıvı fazdaki suda 1 MeV'lik elektron için **spur**, **blob ve short-track** arasında enerjinin paylaşımına karşılık meydana gelme sıklıklarını **0.75, 0.12 ve 0.13** olarak tespit etmiştir.





- Mozumder ve Magee (1966) partikülün, ortamda tam durdurulması ile primer enerjinin kısımlara ayrılmasını hesaplamıştır.

20 keV elektron enerjisinin

- % 38 ini spur meydana getirmek için,
- % 12 sini blobs meydana getirmek için,
- % 50 sini ise short-tracks meydana getirmek için verir.

1 MeV elektron enerjisinin

- % 65 ini spur meydana getirmek için,
- % 15 ini blobs meydana getirmek için,
- % 20 sini ise short-tracks meydana getirmek için verir.

10 MeV elektron enerjisinin

- % 76 sını spur meydana getirmek için,
- % 8 ini blobs meydana getirmek için,
- % 16 sını ise short-tracks meydana getirmek için verir.

Ağır y¼kl¼ partik¼ller

- Ağır y¼kl¼ partik¼llerin (hızlandırılmış protonlar ve alfa partik¼lleri) **iyonizasyon yoğunluğu** çok daha fazladır.
- Bu nedenle iz oluşumları kısa kalın **short-track ve blobların üst üste gelmesiyle** meydana geldiği düşün¼l¼r.
- **Yođun silindirik bir oluřum** meydana getirir.

Eksite Moleküller

- Radyasyon molekülden bir elektron koparacak kadar enerjiye sahip olmadığı durumlarda **eksitasyon primer** bir olay olarak görülür.
- İyonlaştırıcı radyasyon böylece **direkt** olarak maddede **eksite molekülleri** meydana getirir.
- Ayrıca **indirekt** olarak, oluşan iyonların **nötrleşmesiyle** de eksitasyon meydana gelir.



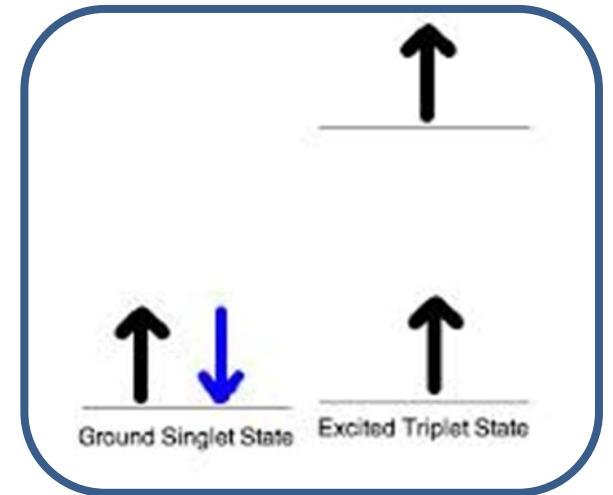
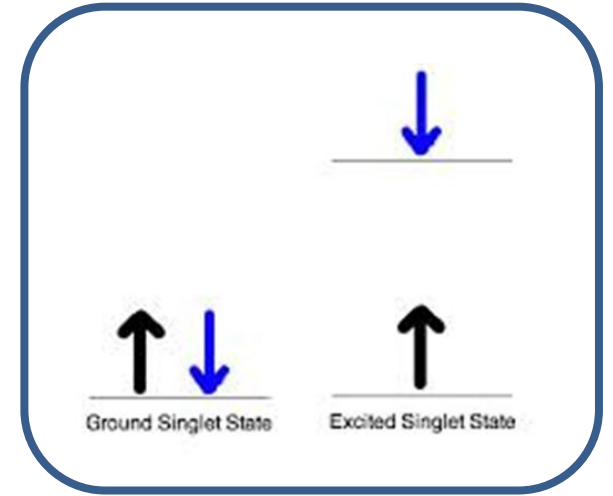
Elektronun spin hareketi

- Elektronun kendi etrafında bir topaç gibi dönüşüne **spin hareketi** denir.
- Elektron spinlerinin uzayda **iki yönü** vardır.
- Bu yönleri aşağı doğru ok ve yukarı doğru ok ile gösterilir.

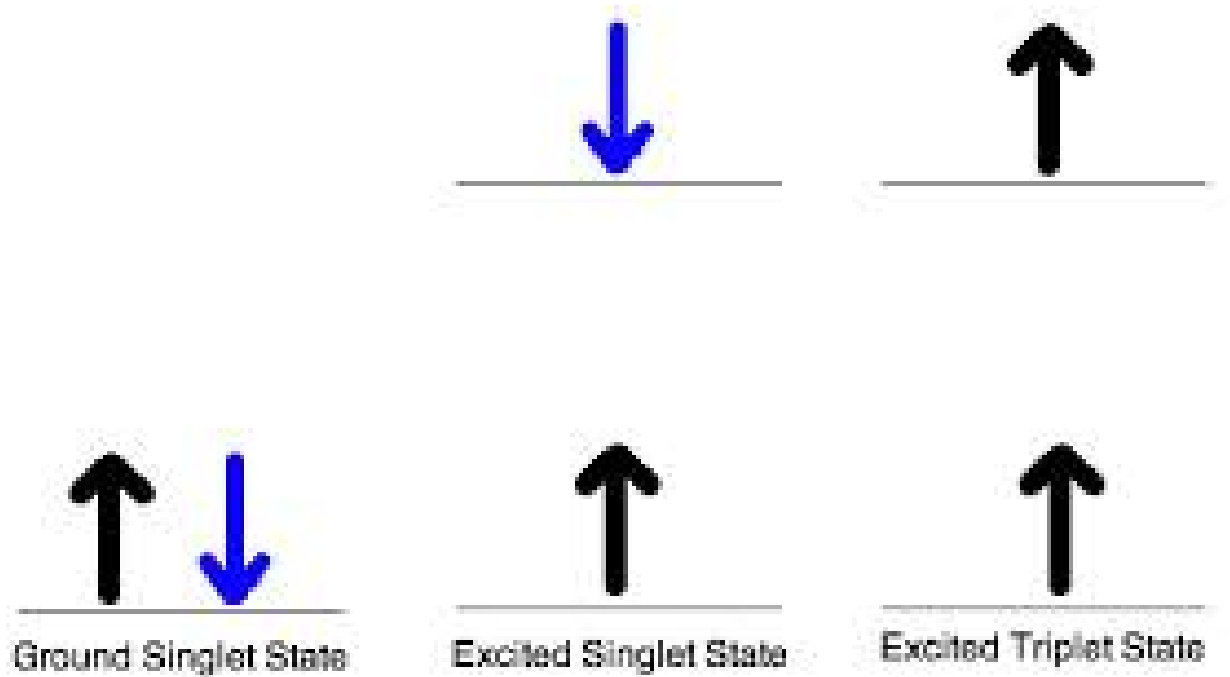


- Orbitaller bir çizgi ile gösterilirse, **çizgi üzerindeki oklar** elektronun spinini gösterir.

- **Singlet eksite** durumda elektron çiftinden çıkan bir elektron spin yönünde herhangi bir değişiklik olmaksızın daha yüksek enerjili orbital için eksite olmuştur.
- **Triplet eksite** durumda ise elektronun eksitasyonu spinin dönüşüyle birlikte olur.



- **Singlet ve Triplet Durum Arasındaki Fark**



- Yüksek enerjili elektronlarla eksitasyon yalnız **singlet hal** meydana getirirken düşük enerjili elektronlarla **hem singlet hem de triplet haller** meydana gelir.
- Yük nötrleşmesi **hem singlet eksite hem de triplet eksite** hali oluşturur.

- Eksite durumun çokluğu $2S + 1$ olarak ifade edilir. Molekülde elektronların tümü eşleşmişse $S=0$ olur
- Bir elektron uyarılırsa ve orbitalde kalan elektrona antiparalel olan spinle tutulursa,
 $2S + 1 = 1$ olur ve molekül **singlet eksite** duruma geçmiş olur.
- İlerleyen elektronun spini kalan elektrona paralel ise $2S + 1 = 3$, böylece **triplet hale** geçer.

Tek bileşikli sistemlerde eksite durumdan temel hale dönüş

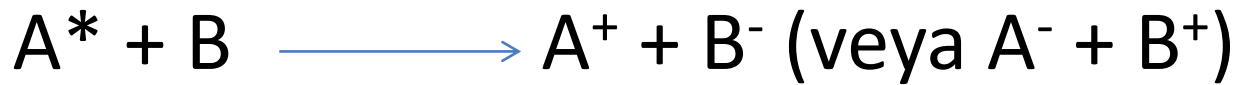
- $M_s \longrightarrow Mg + h.v$
- $M_s \longrightarrow Mg$
- $M_s \longrightarrow M_t$
- $M_T \longrightarrow Mg + h.v$
- $M^* \longrightarrow$ ürünler (Serbest radikal veya Stabil molekül)
- M_s = singlet eksite
- M_t = triplet eksite
- M_g = temel hal
- M^* = eksite durum

Çift moleküllü reaksiyonlar

- Eksite moleküller, yeni kimyasal ürünleri meydana getirmek için bir molekül ile doğrudan reaksiyona girer.

Bu reaksiyon tipleri

- 1. Elektron transferi



- 2. Ayırma



- 3. Katılma



- 4. Stern-Volmer reaksiyonu

Eksite olan bir veya iki molekül yeni ürünleri meydana getirir.

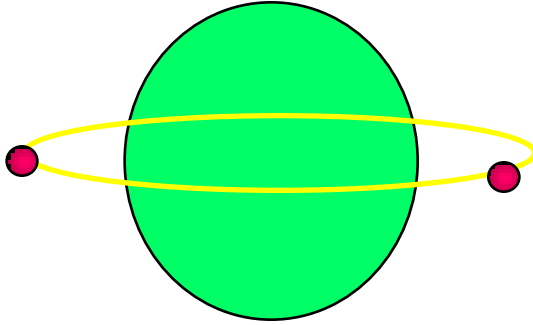


Örn:

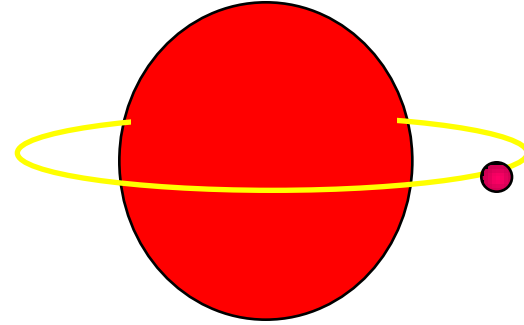
$2H_2O^* \longrightarrow H_2 + H_2O_2$ İyonize radyasyonlar ışınlanan sudan hidrojen ve hidrojen peroksit elde edilir.

Serbest radikaller

- Son yörüngelerinde eşlenmemiş elektron veya elektronlara sahip olan atom ya da moleküllerdir.



Paylaşılan elektronlar



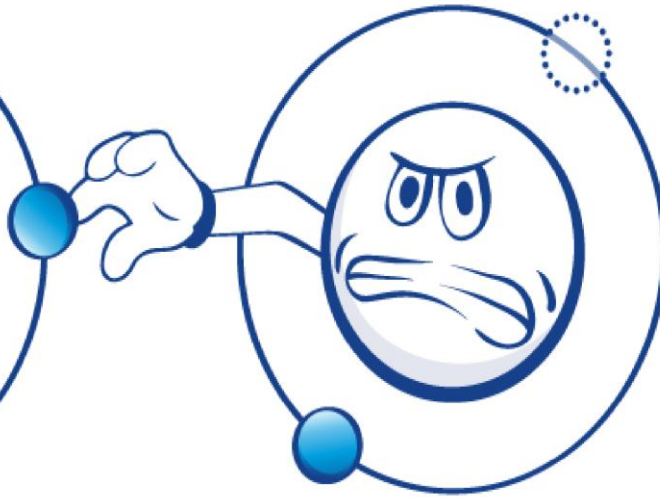
Serbest radikal

Serbest radikallerin özellikleri

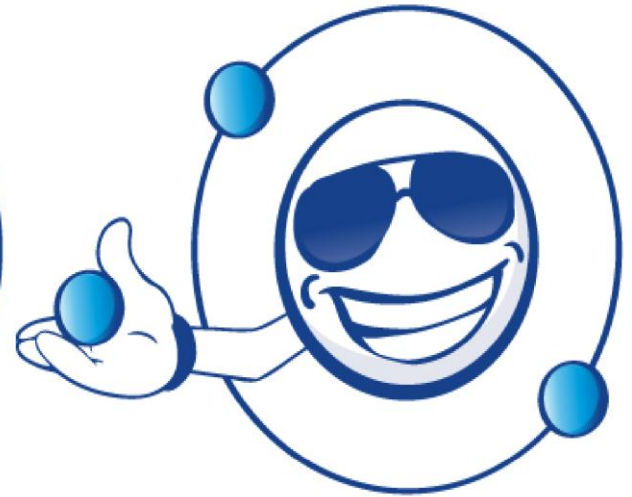
- Kısa ömürlü ve kararsızdırlar.
- Molekül ağırlıkları düşüktür.
- Çok etkin moleküller olarak tanınırlar.
- Biran önce kararlı formasyona ulaşmak isterler.



**HEALTHY
ATOMS**

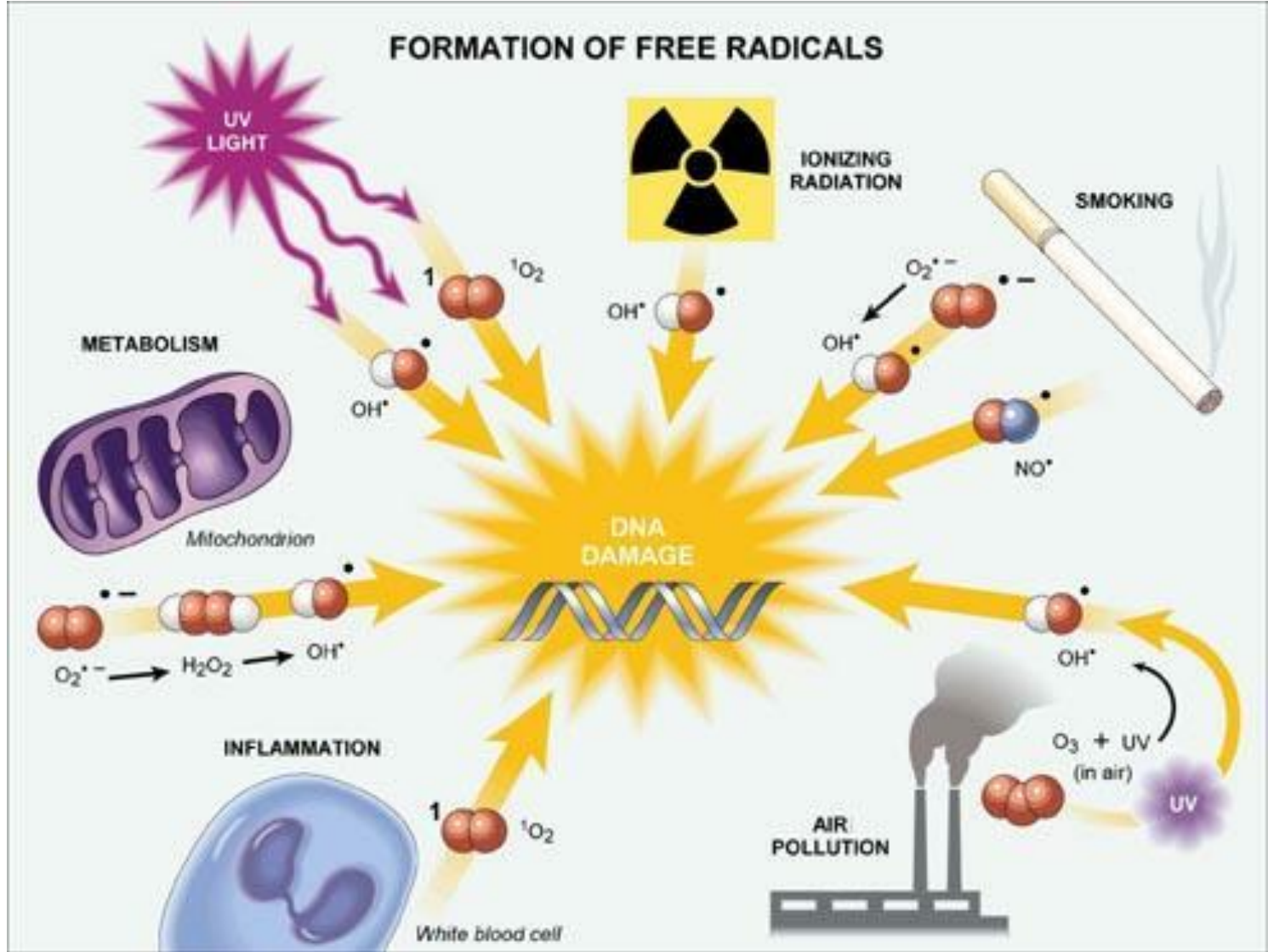


**FREE
RADICALS**

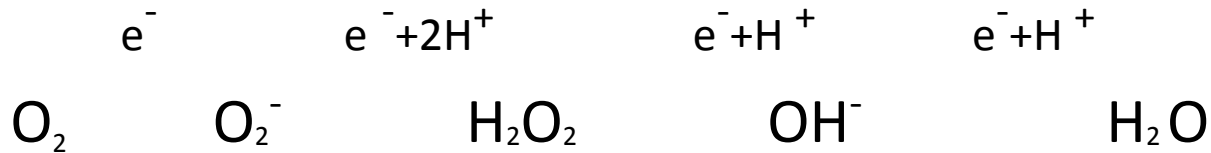


ANTIOXIDANTS

FORMATION OF FREE RADICALS



- En önemli serbest radikaller **oksijenden oluşan radikallerdir.**
- Hücre içinde



- %1-3 'ü serbest radikallere dönüşür.
- İnsan vücudunda **1,7 kg/yıl** O_2^{-} oluşur.
- Oksijen tüketimine bağlı 10 kata kadar artabilir

- Serbest radikaller genellikle **elektriksel olarak nötrdürler**, ancak bu durum her zaman geçerli değildir.
- Yüklü radikaller; **negatif radikal-iyon ve pozitif radikal-iyonlardır** ($\cdot\text{O}_2^-$ ve $\cdot\text{CH}_3^+$)
- Serbest radikaller **çok reaktiftirler** ve radyasyon kimyasındaki reaksiyonların çoğu serbest radikal reaksiyonlarıdır.

✓ Radyasyon kimyasında genelde serbest radikaller **eksite moleküllerin ayrılması** ile ve iyonize partiküllerin üzerinde veya yakınında **iyon reaksiyonlarıyla** meydana gelir.

