

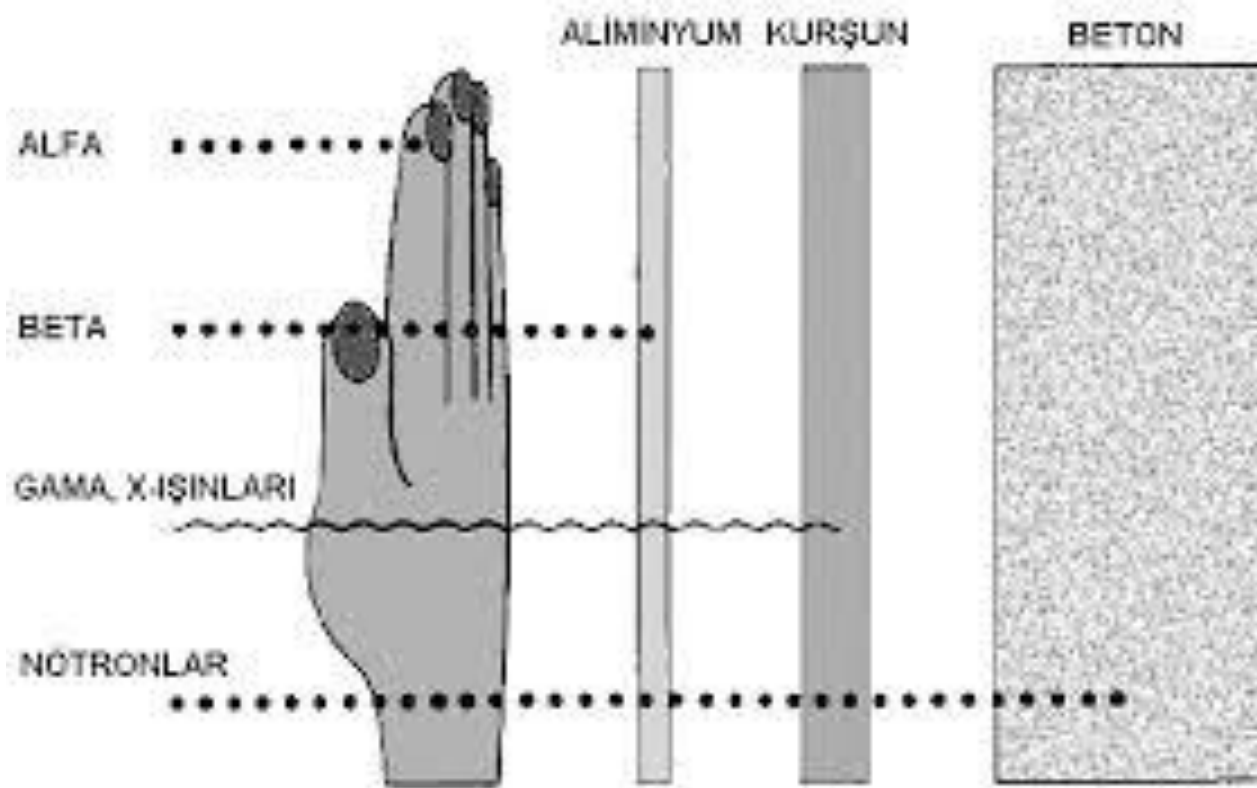
Yüksek enerjili iyonlaştırıcı radyasyonların materyale giricilik mesafelerine göre sınıflandırılması

- **Elektron volt (eV):** Bir elektron yükü taşıyan herhangi bir parçacığın bir voltluk potansiyelle hızlandırılmasından sonra kazandığı enerjidir. Genelde eV nin yerine bir milyon katı olan MeV kullanılır.
- Yüksek enerjili **elektromagnetik radyasyonlar** (1 MeV γ - ışını gibi) ve **nötronlar**, sıvı ve katılarda m civarında nüfuz ederler.
- **Yüklü partiküller** ise (α -partikülleri, β -partikülleri, elektron ve proton) sıvı veya katılarda birkaç mm den daha çok girici değildirler. Gazlarda ise birkaç cm civarındadırlar.

Erişme uzaklığı ve yol uzunluğu

- **Erişme uzaklığı**, bir parçacığı durdurmak için gerekli olan **madde kalınlığıdır**.
- **Yol uzunluğu**, parçacığın aynı madde içinden geçerek saçılmalar nedeniyle madde içerisinde **zikzaklı** olarak izlemiş olduğu **yolun toplam uzunluğudur**.
- Parçacığın enerjisi saçılmadan dolayı gittikçe zayıfladığından genellikle **erişme uzaklığı, yol uzunluğundan daha kısadır**.

X-ışınlarının madde içine giricilikleri fazla olup α ve β -partikülleri gibi belirli bir madde tarafından durdurulmazlar.



Yarılanma kalınlığı

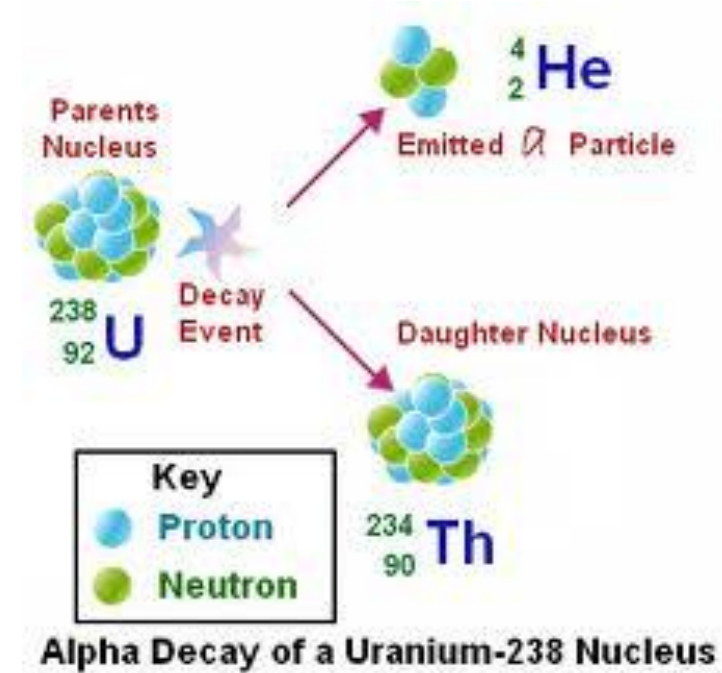
- X ve gama ışını demetinin şiddetini yarıya indiren madde kalınlığına 'Yarılanma kalınlığı' adı verilir.

Partiküler radyasyonların madde ile etkileşimi

- Alfa parçacıkları, yüksek hızlı helyum çekirdekleri olup bazı nüklidler (**Polonyum, Radyum, Uranyum gibi ağır çekirdekler**) ve parçacık hızlandırıcıları tarafından yayınlanırlar.
- Her alfa parçacığı +2 yüke sahiptir, 2 proton ve 2 nötrondan oluşur. Alfa parçacıklarının kütleleri ağırdır. (elektronun 7500 katı)

Alfa parçacıklarının madde ile etkileşimi

- Alfa parçacığının yayılması **atom numarası büyük** olan izotoplarda görülür. Genellikle **Ra-226** gibi doğal radyoaktif atomlarda rastlanır.



- Alfa partikülleri geçtikleri ortam içinde **kısa ve doğrusal bir yol izler ve yol boyunca çok sık iyonlaşmalar** meydana getirir.
- +2 yüklü olan alfa parçacıkları, nispeten yavaş hareket ettikleri için yoğun olarak iyonlayıcıdır. Dolayısıyla yüksek enerjilerine karşı **girici güçleri ve alabildikleri yol son derece sınırlıdır**.

Beta parçacıklarının madde ile etkileşimi

- Beta parçacıkları bazı radyonüklidler tarafından oluşturulan ve yayınlanan **yüksek enerjili pozitif veya negatif yüklü elektronlardır.**
- Çekirdekteki enerji fazlalığı $E = mc^2$ formülüne göre çekirdek civarında bir m kütlesi meydana getirir.
- Bu m kütlesi çekirdekteki **fazla yükü alır ve dışarıya beta partikülü olarak çıkar.**

Beta parçacıklarının madde ile etkileşimi

Çekirdekdeki enerji proton fazlalığından ileri geliyorsa + yüklü betalar (pozitron), nötron fazlalığından ileri geliyorsa - yüklü betalar (negatron) çıkar.

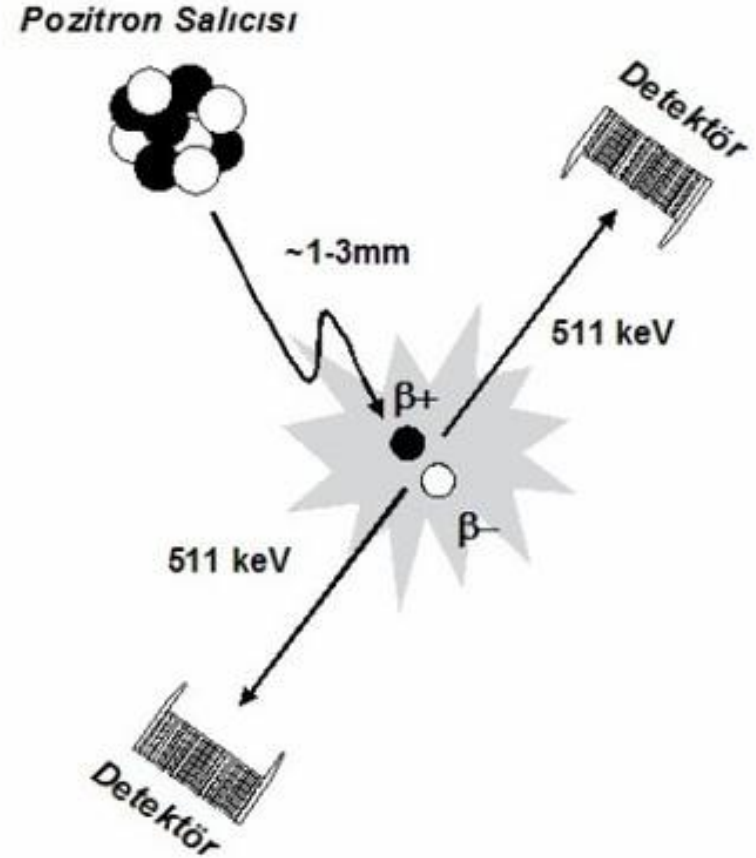
Beta parçacıklarının madde ile etkileşimi

- Radyoaktif izotopların çoğunluğu tarafından yayınlanan beta parçacıkları **bazen tek başına fakat genellikle gama ışınlarıyla birlikte yayınlanır.**
- Negatif ya da pozitif yüklü olsalar da **beta parçacıkları normal olarak negatif parçacıklara verilen isimdir.**

Beta parçacıklarının madde ile etkileşimi

- Bu negatif beta parçacıkları elektronlarla özdeş olup yayınlandıktan sonra enerjilerini kaybederek **serbest elektron haline geçerler.**
- Pozitronların ortamdaki serbest bir elektronla buluşmadan önceki **ömürleri çok kısadır** (mikrosaniye mertebesinde).

- Pozitron ortamdaki bir elektron tarafından çekilerek **elektronu nötrleştirir**.
- İkisinin birlikteki kütlelerinden **iki anhilasyon (yok olma) fotonu** meydana gelir



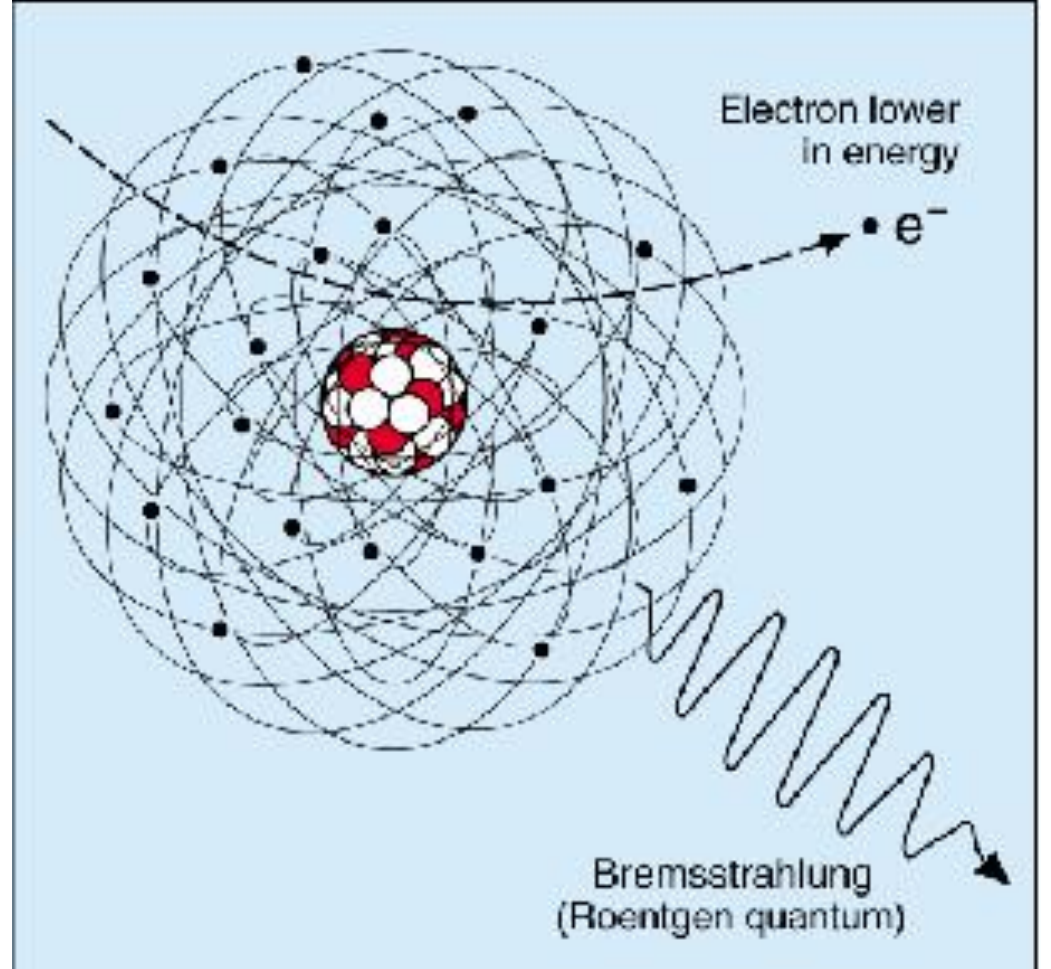
- Bu iki foton birbirine zıt yönlerde hareket eder.
- Her ikisi birlikte 0.51 MeV'lik iki gama fotonu yayınlaması sonucu beta yok olur.

- Beta parçacığının bir ortamla etkileşme ihtimali az olmakla beraber **erişme uzaklığı**, aynı enerjideki bir alfa parçacığına göre çok daha fazladır.

- İyonizasyon ve uyarılma olaylarına ilave olarak beta parçacıkları, X-ışınları yayınlamasıyla sonuçlanan bir etkileşme meydana getirir.

Bremstrahlung olayı

- Yüksek enerjili beta parçacıkları sonucu meydana gelir



- Negatif beta parçacıkları ile elektronlar arasında benzerlik yönünden hiçbir fark yoktur. İki parçacık arasındaki fark sadece orijinlerinin farklı oluşudur.

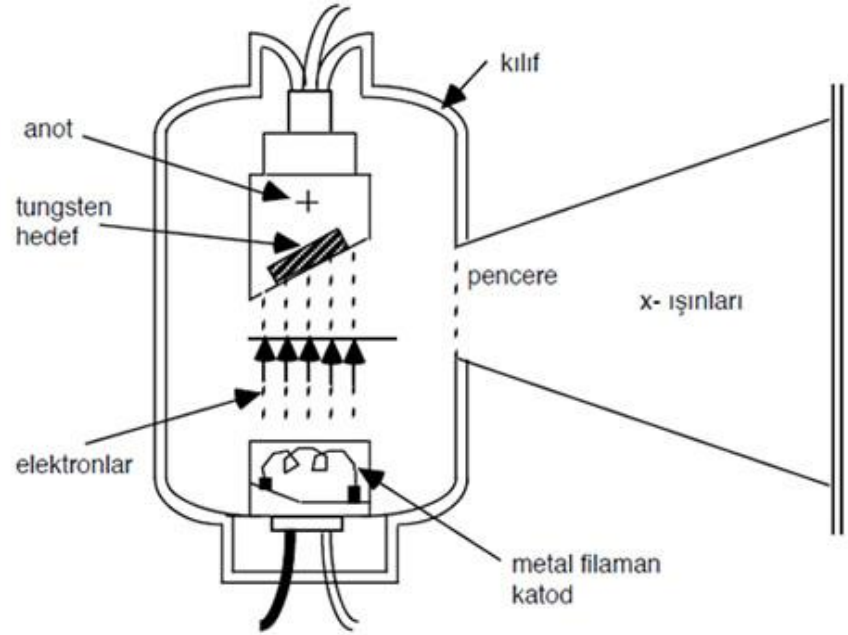
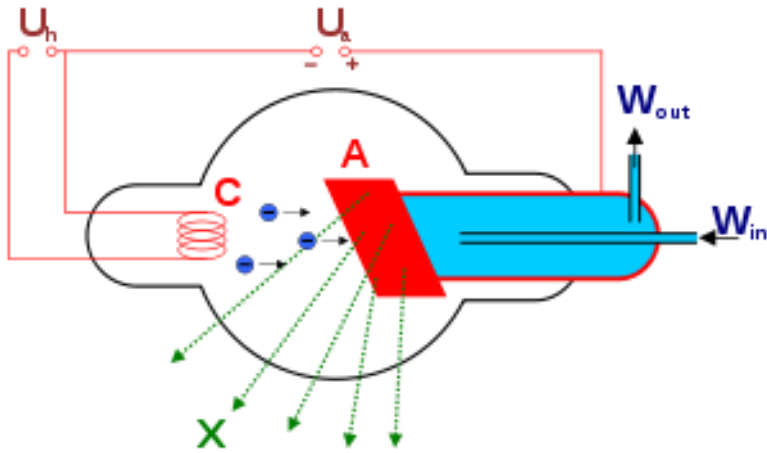
Betaların enerjilerine göre değerlendirilmesi

- Düşük enerjili beta ışınları için, soğurucu ortam atomları üzerinde **saçılmaların önemli olduğu,**
- Orta enerjili beta ışınları için **iyonizasyon ve uyarılma** ile enerji kaybının önemli olduğu,
- Yüksek enerjili beta ışınları için **bremstrahlung (frenleme ışınları)** olayının giderek artan önemli bir enerji kaybı mekanizmasına neden olduğu görülür.

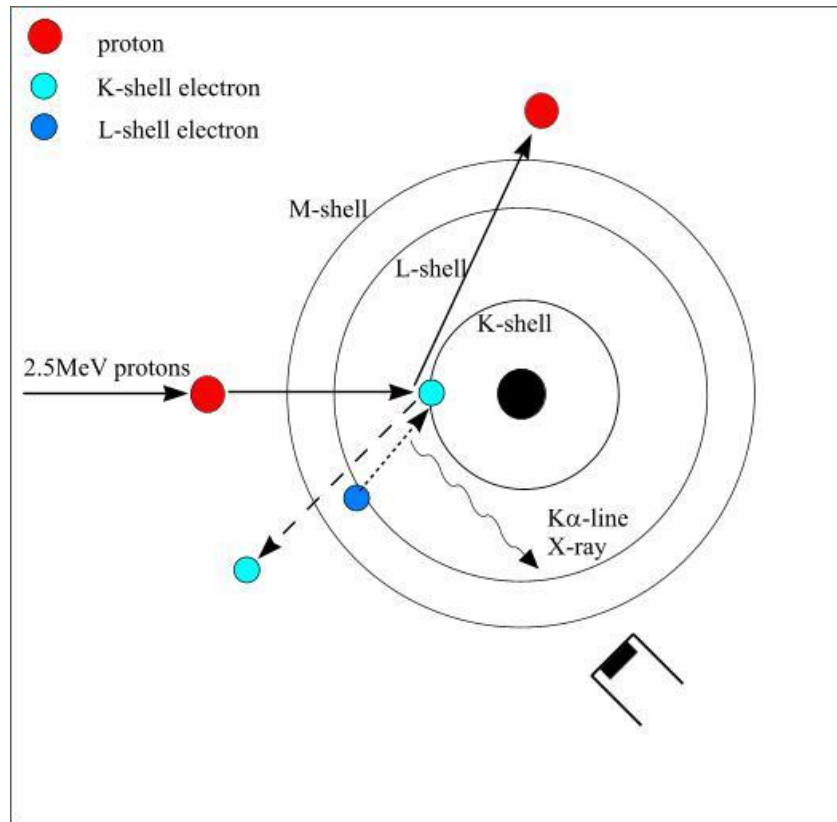
X ve Gama Işınlarnının Madde İle Etkileşimi

- İkisi de **elektromagnetik** radyasyondur.
- Genellikle X ve gama ışınları özellikleri bakımından **birbirine benzerdir**.
- Aralarındaki önemli fark meydana geliş şekillerindedir.
- X ışınları **çekirdek dışında** oluşan elektron kaynaklı olup gama ise **çekirdeğin içinden** oluşmaktadır.

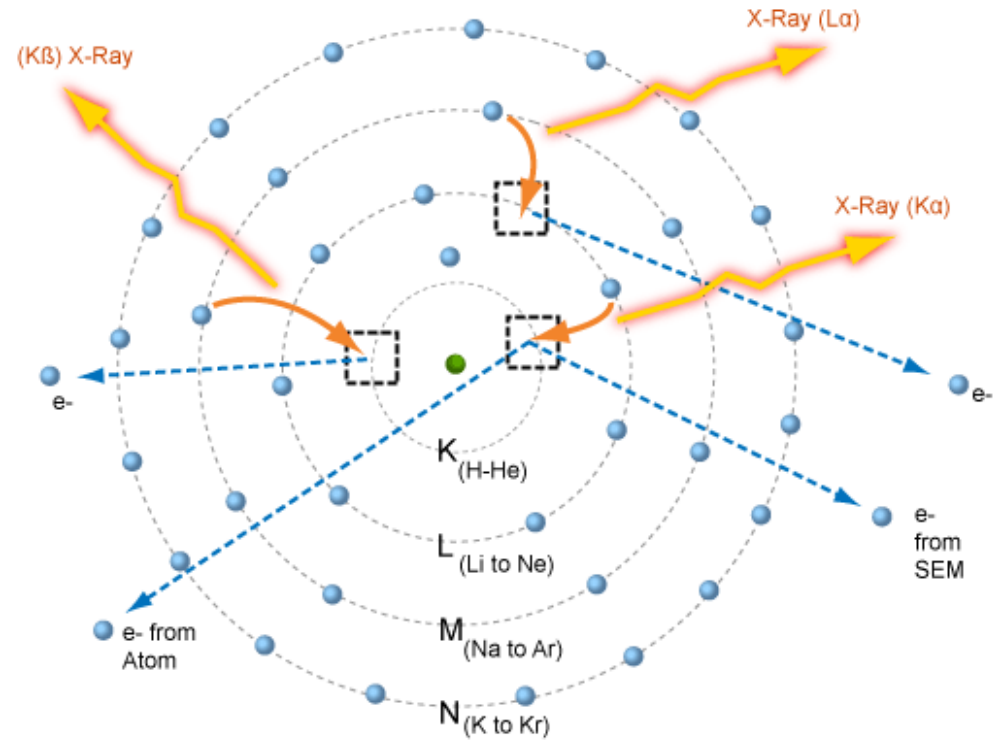
- X ışınları ya hızlandırılmış elektronların **ani durdurulması ile meydana gelir.**
- **Bremstrahlung (frenleme) radyasyonu** şeklinde oluşur.



- Ya da bir atomun yörünge elektronları arasında **seviye değişikliğinden** meydana gelir.
- **Karakteristik X-ışınları**



Specimen Atom – Characteristic X-Rays



Gama ışınlarının kaynağı atom çekirdeğidir.

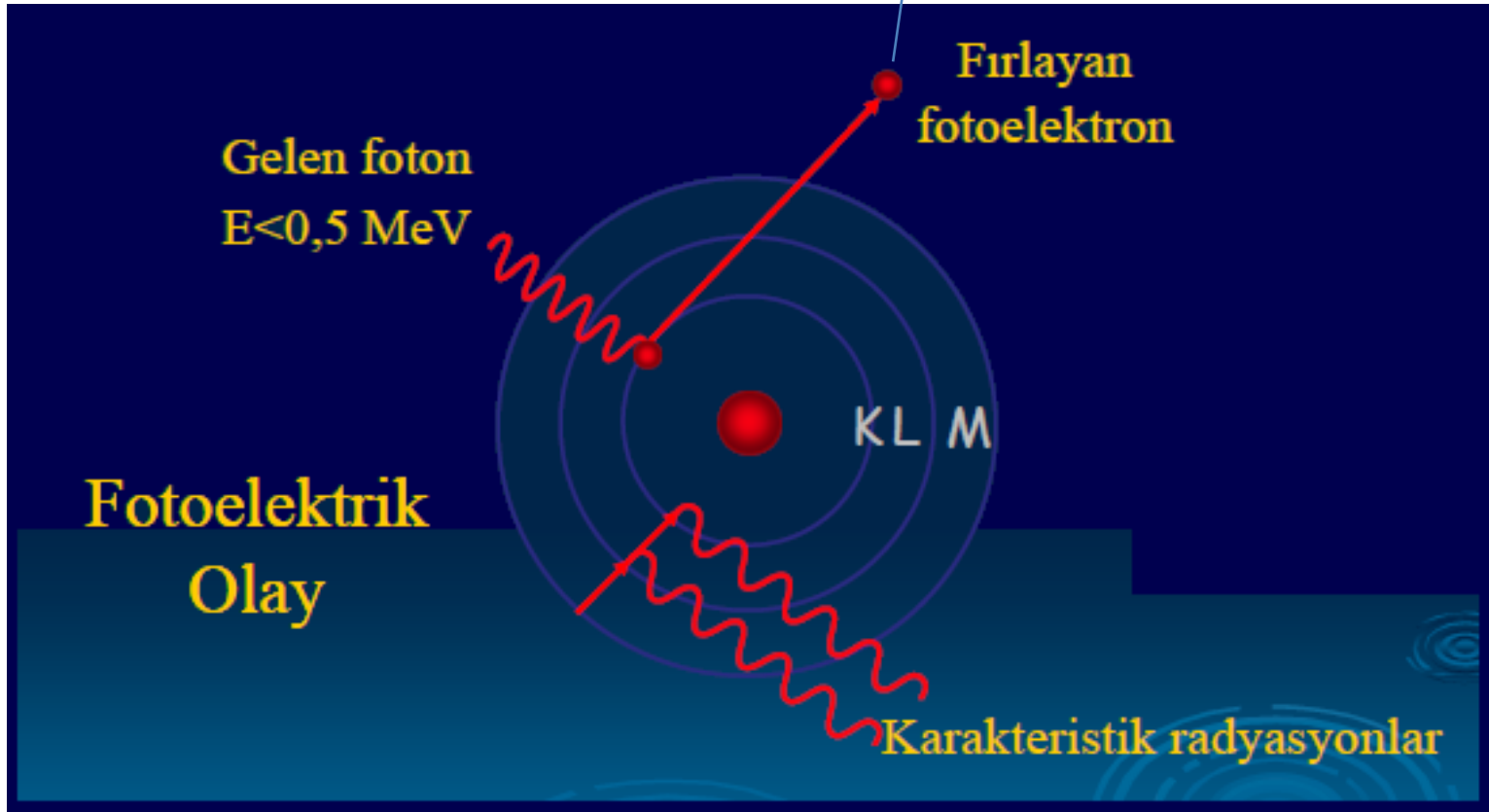
- **Radyoaktif bozunma:** Çoğunlukla beta yayınlanmasına eşlik eden bir **gama ışını** vardır.
- **Çekirdek fisyonu:** Ani fisyon **gama yayınlanmasını** daha sonra fisyon ürünlerinin bozunmasını izler.
- **Nötron yakalama reaksiyonları:** Bir nötron çekirdek tarafından yakalanır ve **bir gama fotonu** yayınlanır.

Elektromagnetik radyasyonların (X ve gama ışınları) madde ile etkileşmesi sırasında üç olayla enerji kaybederek absorblanır.

- Fotoelektrik olay
- Compton olayı
- Çift teşekkülü olayı

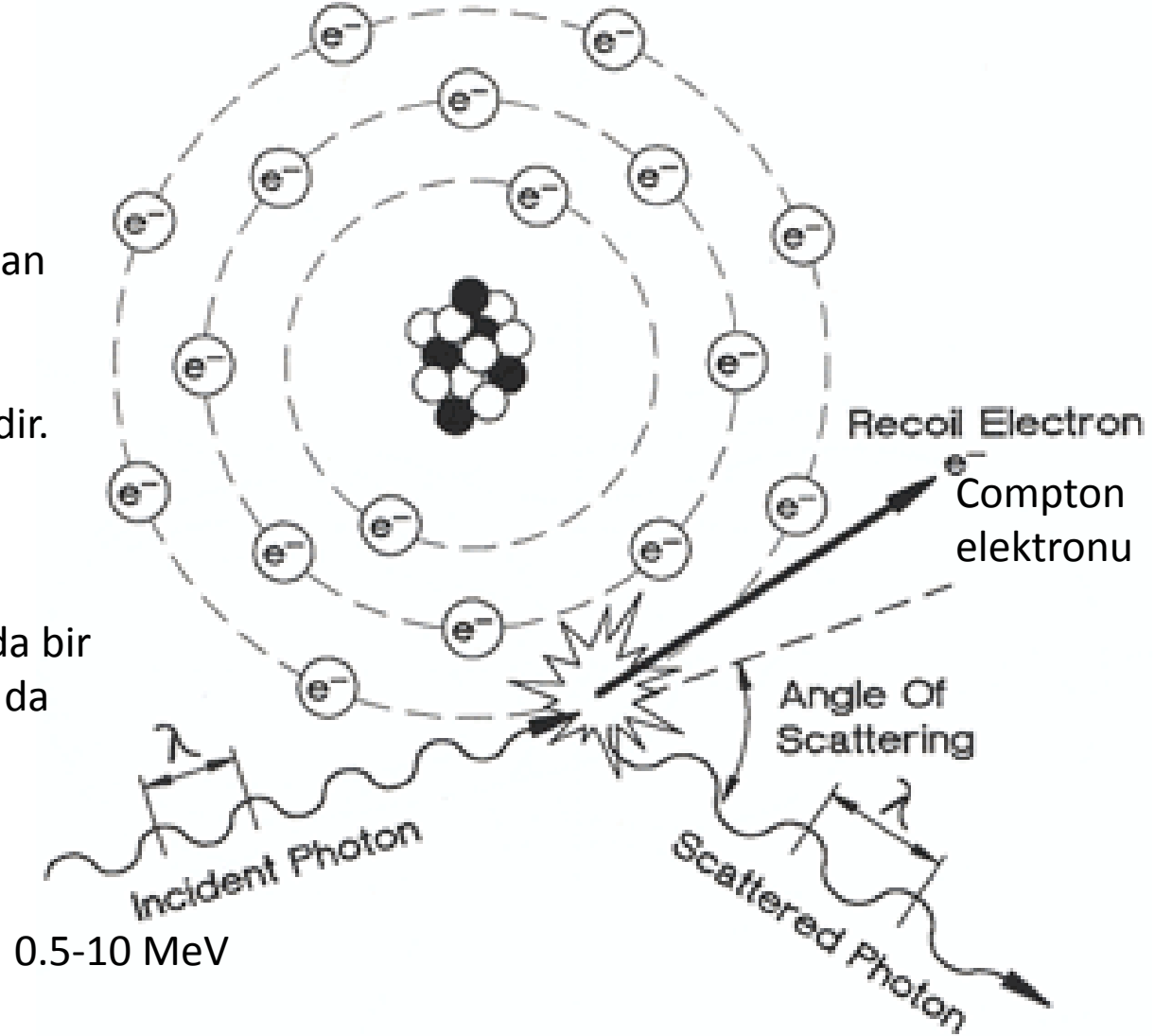
Fotoelektrik olay

- ✓ 0.5 MeV'den küçük enerjili fotonlarda sık görülür.
- ✓ Atomun K, L, M, N yörüngelerindeki sıkı bağlı elektronları ile etkileşir.
- ✓ Bütün enerjisini kaybedinceye kadar sekonder iyon çiftleri meydana getirerek yoluna devam eder.



Compton olayı

- ✓ Foton atomun elektronlarından birisiyle etkileşime girer.
- ✓ Atom numarasına bağlı değildir.
- ✓ Enerjinin artmasıyla azalır.
- ✓ Fotonun her bir çarpışmasında bir miktar enerji saçılır, bir kısmı da absorblanır.

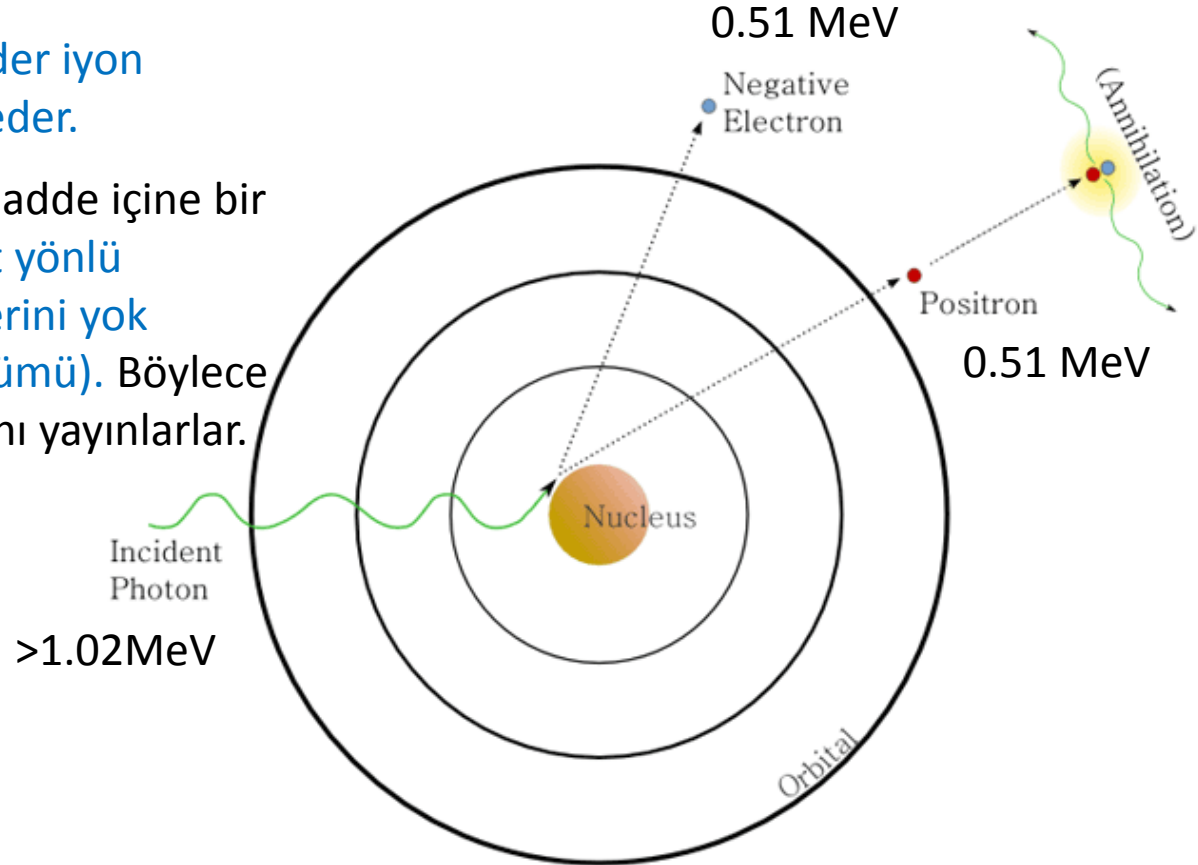


Çift teşekkülü olayı

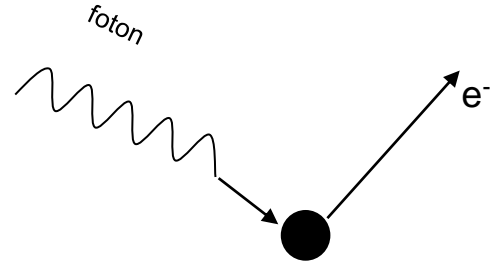
Gelen foton çekirdeğin elektrik alanına girdiğinde elektrik alanı ile etkileşerek bir elektron (e^-) ve bir pozitron (e^+) çifti oluşturur (enerjinin kütleye dönüşümü).

Elektron bütün enerjisini sekonder iyon çiftleri meydana getirerek kaybeder.

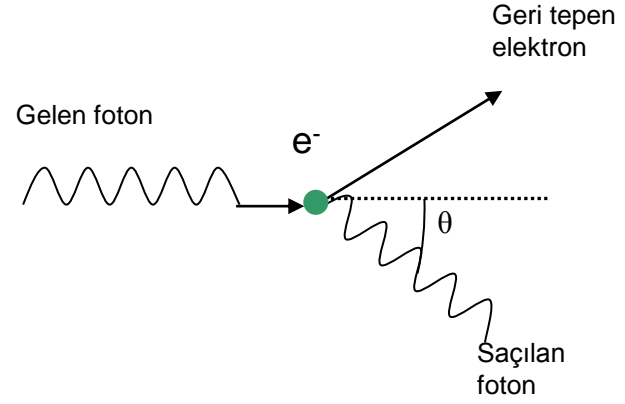
Pozitron ise hareketi sırasında madde içine bir serbest elektronla karşılaşırsa zıt yönlü olduklarından çarpışarak birbirlerini yok ederler(kütlenin enerjiye dönüşümü). Böylece birbirine zıt yönde iki gamma ışını yayınlarlar.



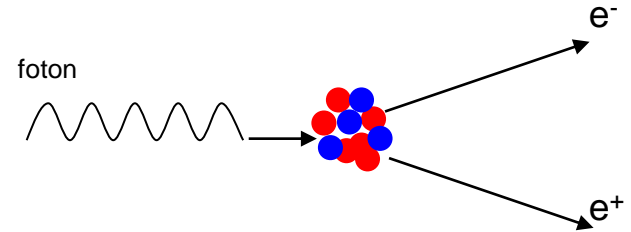
Fotoelektrik olay

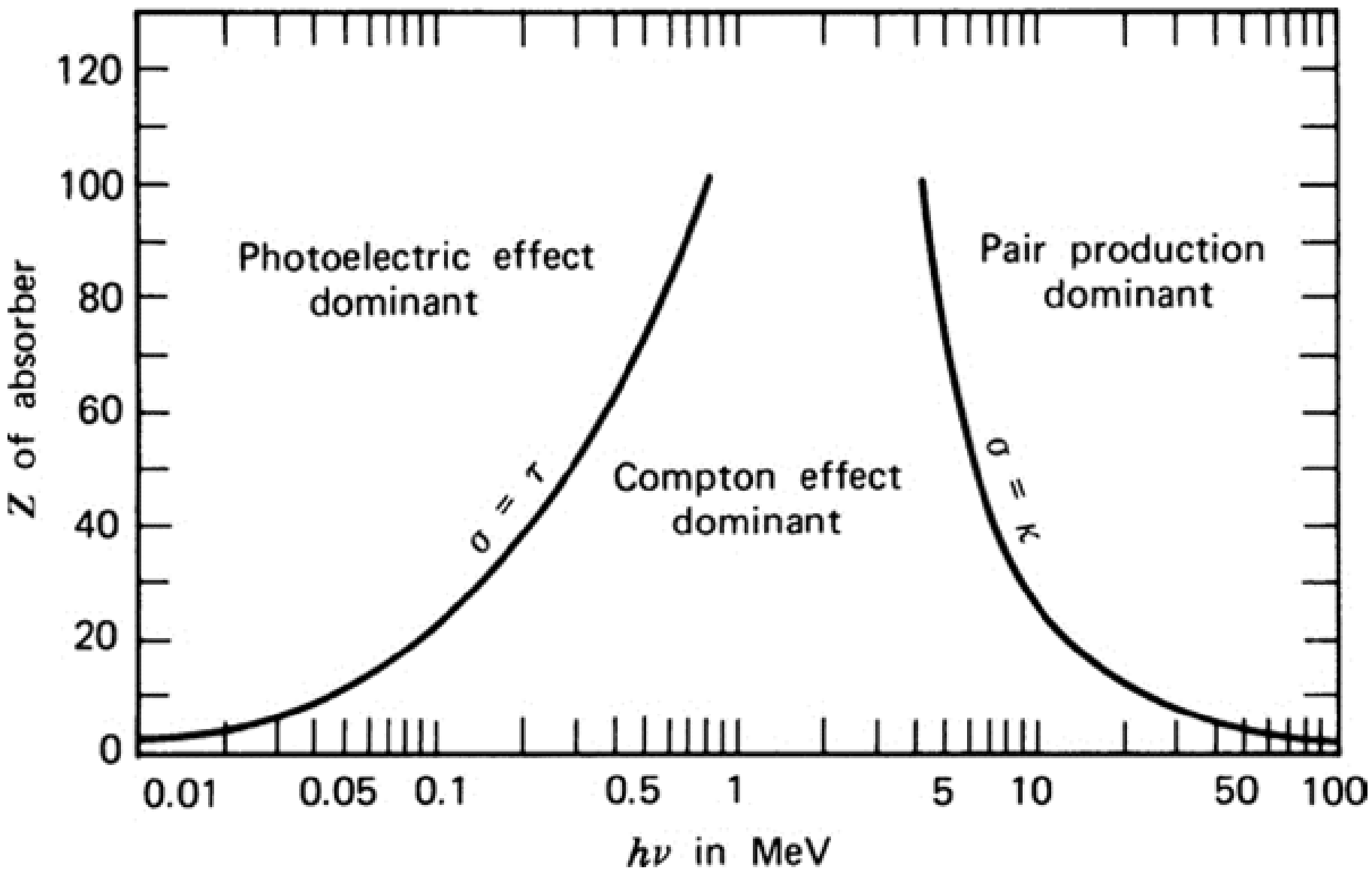


Compton saçılması



Çift oluşumu

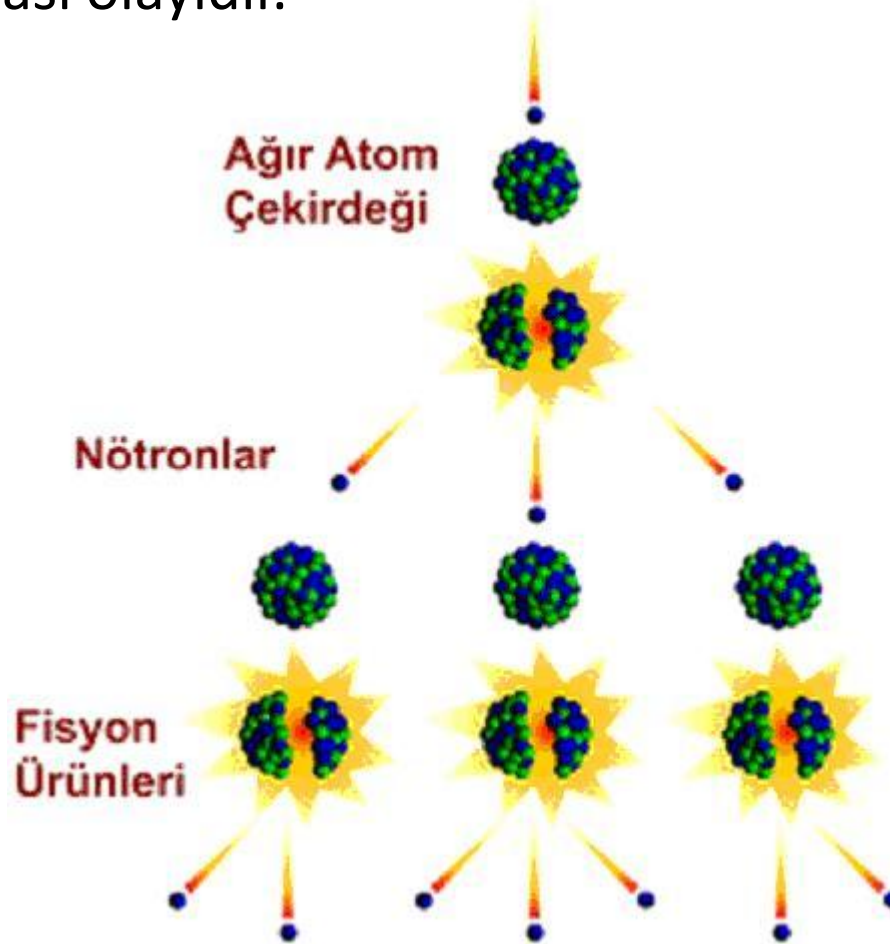


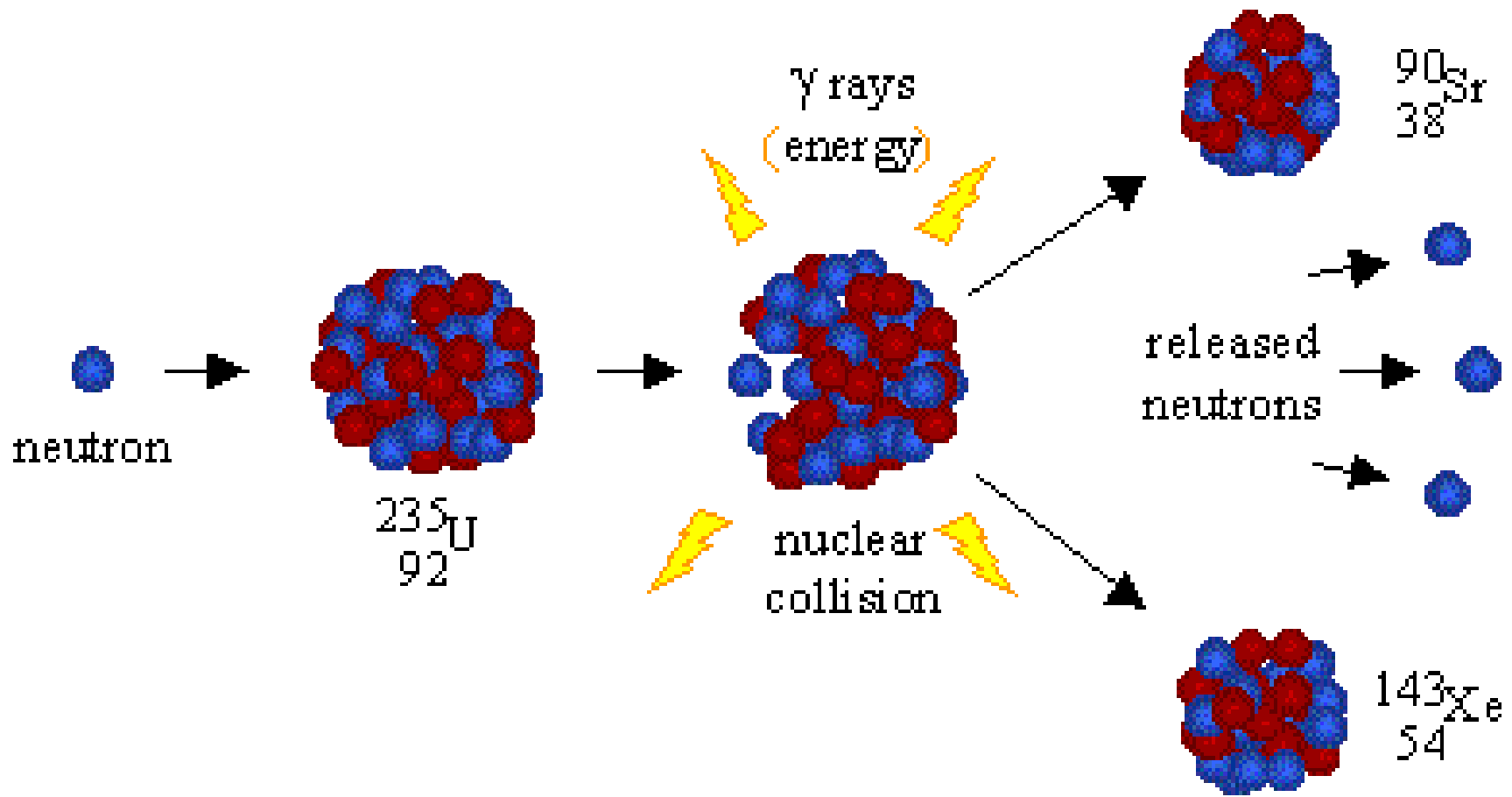


Nötronların Madde İle Etkileşimleri

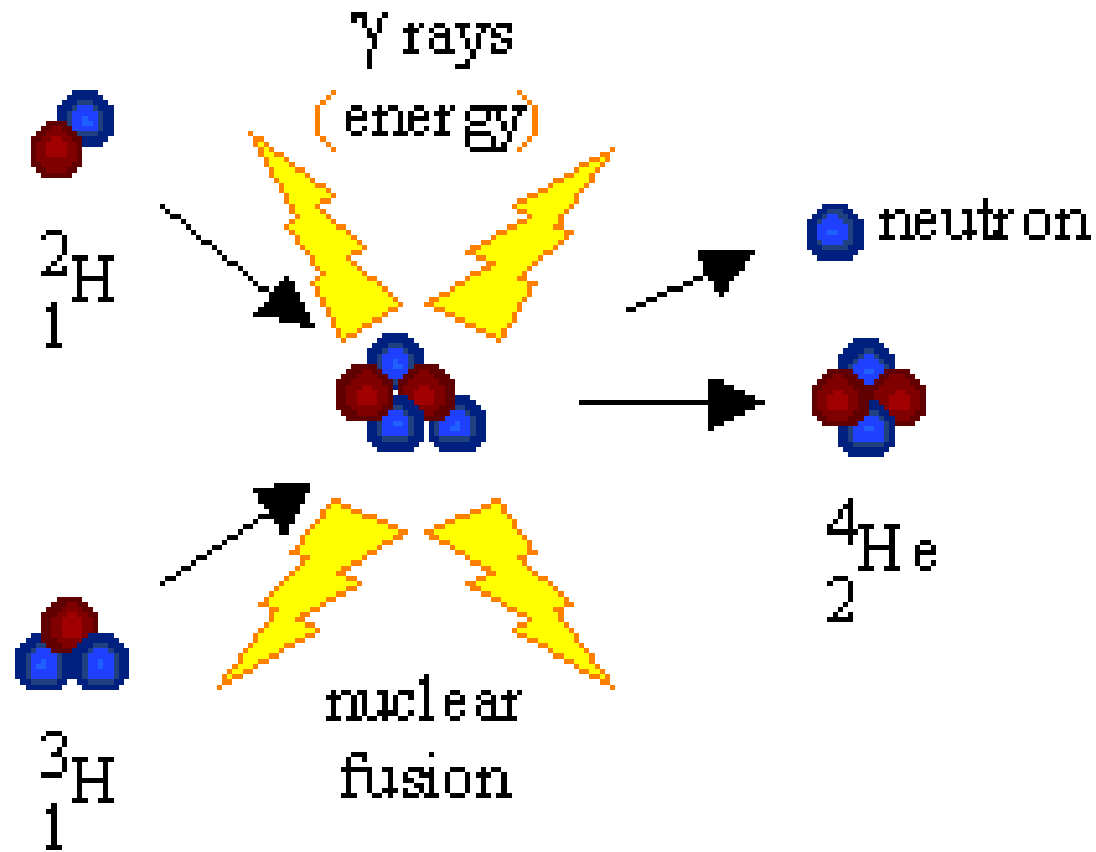
- Kütleleri yaklaşık olarak **protonun kütlesine eşit**, elektrik yükleri olmayan parçacıklardır.
- Nötronlar normal **radyoaktif bozunma** olayı sonucu meydana gelmezler.
- Atom çekirdeğinden nötronların çıkışı **fisyon** olayı neticesinde olur.

Fisyon olayı: Ağır bir çekirdeğin nötron bombardımanı sonucunda ikiye bölünmesi ve böylece birden fazla nötron ile büyük bir enerjinin çıkması olayıdır.





Füzyon olayı



Nötronlar kinetik enerjilerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar

- Termal nötronlar (0.025 eV)
- Orta enerjili nötronlar (0.5-10 keV)
- Hızlı nötronlar (10 keV-10MeV)
- Çok hızlı nötronlar 10 MeV'in üstünde

- Nötronlar nispeten büyük olan kütlelerine karşın yüksüz olduklarından **madde içine kolayca nüfuz ederler** ve bir atomun elektron yapısından geçebilirler.
- Nötronlar ancak bir **çekirdeğe çarpma**yla durdurulurlar.
- Her türlü madde içindeki **erişme uzaklıkları büyüktür.**
- Enerjilerine bağlı olarak madde ile **3 çeşit yoldan** etkileşirler.

Madde ile etkileşimi

- Esnek çarpışma
- Esnek olmayan çarpışma
- Yakalanma olayı