

Bölüm 4

Nükleer Fizik'in Uygulamaları

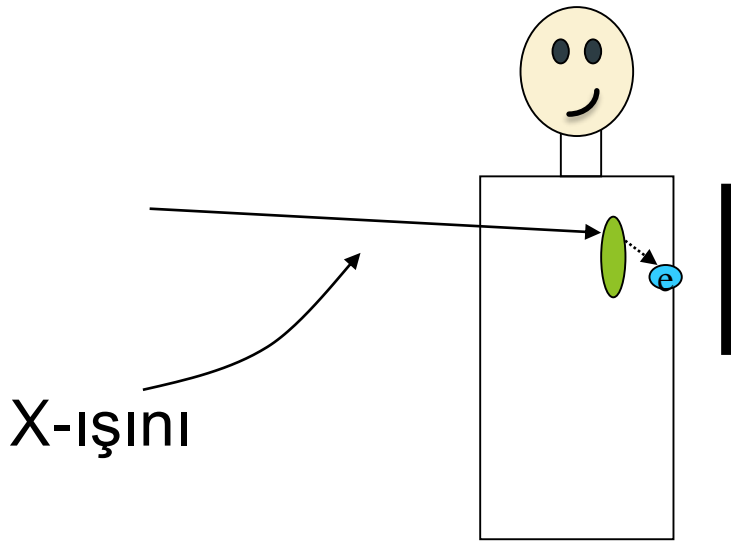
Prof. Dr. Bahadır BOYACIOĞLU

İÇİNDEKİLER

- ▶ Maddede Radyasyon Tahribatı
- ▶ Radyasyon Birimleri
- ▶ Radyasyonun Zararları

Maddede Radyasyon Tahribatı

Madde tarafından absorbe edilen radyasyon ciddi hasara neden olabilir. Zararın derecesi ve türü, radyasyonun türü ve enerjisi ve soğuran malzemenin özellikleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Biyolojik organizmalardaki radyasyon hasarı, öncelikle hücrelerdeki iyonlaşma etkilerinden kaynaklanmaktadır. İyonlaşan radyasyonun sonucu olarak yüksek oranda reaktif iyonlar veya radikal oluştuğunda, bir hücrenin normal işlevi bozulabilir. Örneğin, su moleküllerinden üretilen hidrojen ve hidroksil radikaller, proteinlerdeki ve diğer hayati moleküllerin bağlarını koparabilen kimyasal reaksiyonlara neden olabilir. Büyük akut radyasyon dozları özellikle tehlikelidir, çünkü bir hücredeki çok sayıda molekülün hasar görmesi hücrenin ölmesine neden olabilir. Ayrıca, radyasyondan sonra hayatta kalan hücreler kusurlu hale gelebilir, bu da kansere neden olabilir.



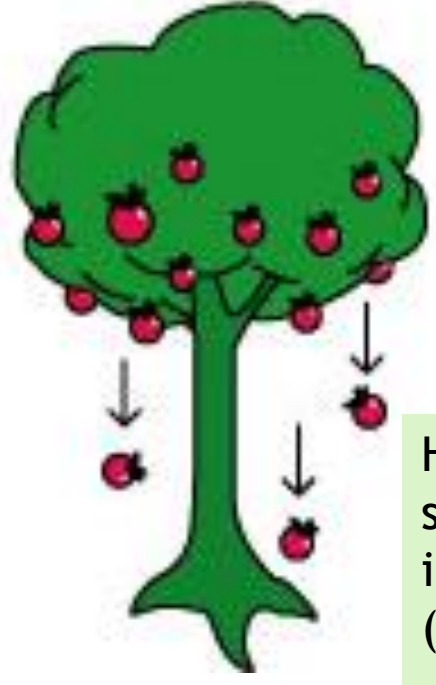
Düşük Doz DNA hasarı \Rightarrow Kanser Risk Dengesi

Radyasyon Birimleri

- ▶ Radyasyon maruziyetini ve dozunu ölçmek için çeşitli birimler kullanılır.
- ▶ **Röntgen (R)**, Standart koşullar altında 1 cm^3 hava içinde 2.08×10^9 iyon çifti üretecek iyonlaştırıcı radyasyon miktarına denir. Eşdeğer olarak, 1 kg hava içinde $8.76 \times 10^{-3} \text{ J}$ enerji depolanan ışınım miktarıdır.
- ▶ Çoğu uygulamalarda, Röntgen yerine **rad** (*radiation absorbed dose*) kullanılır. Bir **rad**, soğrulan malzemenin 1 Kg 'daki 10^{-2} J enerji depolanan radyasyon miktarıdır.
- ▶ **Rad** fiziksel olarak mükemmel bir birim olmasına rağmen, radyasyon tarafından üretilen biyolojik hasar derecesini ölçmek için en iyi birim değildir, çünkü hasar derecesi sadece doza değil aynı zamanda radyasyon türüne de bağlıdır.
- ▶ **RBE** (*relative biological effectiveness*) faktörü, kullanılan radyasyonun 1 rad ile aynı biyolojik hasarı üreten x-ışını veya gama ışınının rad sayısı olarak tanımlanır.
- ▶ **Rem** (*roentgen equivalent in man*) dozun rad ile RBE faktörünün çarpımı olarak tanımlanır:

$$\text{Rem cinsinden Doz} = \text{Rad cinsinden doz} \times \text{RBE}$$

Radyasyon Birimleri

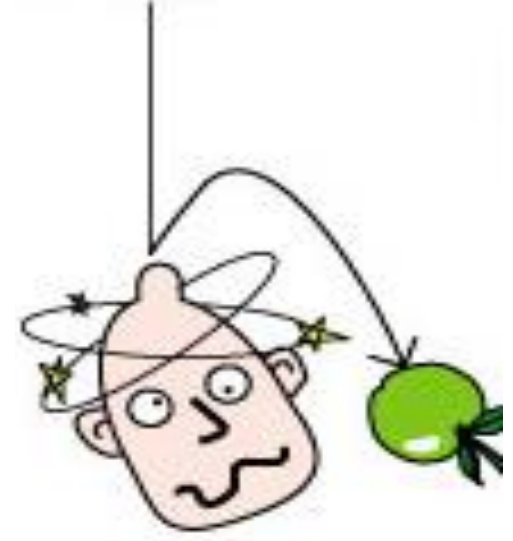


Havadaki elmaların sayısı **Coulomb/kg** ile karşılaştırılabilir. (Işınlama)
(RÖNTGEN)

Düşen elmaların sayısı **Becquerel** ile karşılaştırılabilir. (Saniyedeki bozunum sayısı)
(CURIE)



Uyuyan adama **çarpan** elmaların sayısı **Gray** ile karşılaştırılabilir. (Soğurulan doz)
(RAD)



Elmanın büyüklüğüne ve ağırlığına göre vücutta yaptığı etki **Sievert** ile karşılaştırılabilir. (Etkin doz)
(REM)

Radyasyon Zararları

Sık Karşılaşılan Radyasyon Dozları

Etkili Doz ve Radyasyon Kaynağı

<= 0.01 rem: nükleer santralde yaşayan yıllık doz; Bitewing, panoramik veya tam ağız dişçi x ışınları; Kafatası veya göğüs radyografisi

<= 0.1 rem: tek omurga x ışını; Karın veya pelvik x ışını; Kalça x ışını; Mamogram

<= 0.5 rem: böbrek serisi x ışınları; Çoğu baryumlu x ışınları; Kafa BT; Omurga x-ray serileri; Yıllık doğal arka plan radyasyon dozu; çoğu nükleer tıp beyin, karaciğer, böbrek, kemik veya akciğer taramaları

<= 1.0 rem: baryumlu lavman (geniş bağırsak x ışınları); Göğüs, karın veya pelvik BT

<= 5.0 rem: kalp kateterizasyonu (kalp x ışınları); Koroner anjiyografi (kalp x ışınları); Diğer kalp röntgen çalışmaları; çoğu nükleer tıp kalp taramaları

BT = bilgisayarlı tomografi;

Radyasyon Zararları

Genel vücuttaki tüm radyasyon dozları ve beklenen etkileri:

- Kısa bir süre içinde veya uzun bir süre içinde alınan **0-5 rem** – Gözlemlenebilir sağlık etkileri beklemiyoruz.
- Kısa sürede ya da uzun bir süre içinde alınan **5-10 rem** güvenli – gözlemlenebilir sağlık etkileri beklemiyoruz. Bu seviyede, bir etki mevcut değildir veya gözlemek için çok küçüktür.
- **10-50 rem** kısa sürede veya uzun süre bekletildiğinde – ancak kanser alma şansı 10 remin üzerinde biraz artmış olsa da, gözlemlenebilir sağlık etkileri beklemiyoruz. Yaklaşık 50 rem’lik dozlar için birkaç dakika içinde alınan kısa süreli kan hücresi azalmalarını da görebiliriz.
- Kısa sürede alınan **50-100 rem**, muhtemelen gözle görülür bazı sağlık etkilerine neden olacak ve uzun süre alındıktan sonra kanser alma şansını artıracaktır. 50'nin üstünde, kan hücrelerinde bazı değişiklikler görebiliriz, ancak kan sistemi çabucak iyileşir.

Radyasyon Zararları

Genel vücuttaki tüm radyasyon dozları ve beklenen etkileri:

- Kısa sürede alınan **100-200 rem**, mide bulantısına ve yorgunluğa neden olacaktır.
- Uzun süre alınan **100-200 rem** bir kişinin kansere yakalanma ihtimalini artıracaktır.
- Kısa sürede alınan **200-300 rem**, 24-48 saat içinde bulantıya ve kusturmaya neden olacaktır. Tıbbi dikkat gerektirir.
- Kısa sürede alınan **300-500 rem**, mide bulantısı, kusma ve saatler içinde ishale neden olacaktır. Saç dökülmesi ve iştah kaybı bir hafta içinde gerçekleşir. Hayatta kalma için tıbbi dikkat gerekir; Bu yüksek düzeyde radyasyona maruz kalan insanların yarısı, tıbbi yardım almadıklarında ölecektir.
- Kısa sürede **500-1200 rem** bir kaç gün içinde ölümlerle sonuçlanacaktır.
- Kısa sürede **10000**'den fazla rem kısa süre içinde ölümlerle sonuçlanacaktır.