

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU
Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

UYGULAMA (ÖRNEK PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ)

İçerik

- Semboller
- Formüller
- Radyasyon dozları ile ilgili kavram ve tanımlar
- Denetimli ve Gözetimli Alan
- Aktivite, Yarılanma Süresi
- Gama sabiti
- Doz, Doz Şiddeti, Zaman
- Doz Şiddeti, Uzaklık
- Zırhlama ile ilgili problemler
- Taşıma indisi ve sınıfı ile ilgili problemler

Semboller

- t : Zaman
- h : Saat
- I : Doz Hızı Şiddeti (Doz Hızı / mSv/h ; mR/h)
- D : Belirli bir süre sonunda alınan toplam doz
- Γ : Gama Sabiti (1GBq aktivite için 1 metrede mSv/h veya 1 Ci aktivite için 1 metrede R/h)
- A : Aktivite (Bq veya Ci)
- d : Uzaklık (m)
- $t_{1/2}$: Yarılanma süresi (yarı ömür)
- n : Yarılanma süresi sayısı

Formüller

$$I = \Gamma \times A / d^2$$

Doz hızı şiddeti = Gama sabiti x Aktivite /Uzaklığın karesi

$$I_1 \times d_1^2 = I_2 \times d_2^2$$

(Başlangıçtaki doz şiddeti x İlk uzaklığın karesi = İkinci doz şiddeti x İkinci uzaklığın karesi)

$$D = I \times t$$

(Alınan toplam doz = Doz şiddeti x Zaman)

$$A_S = A_0 / 2^n$$

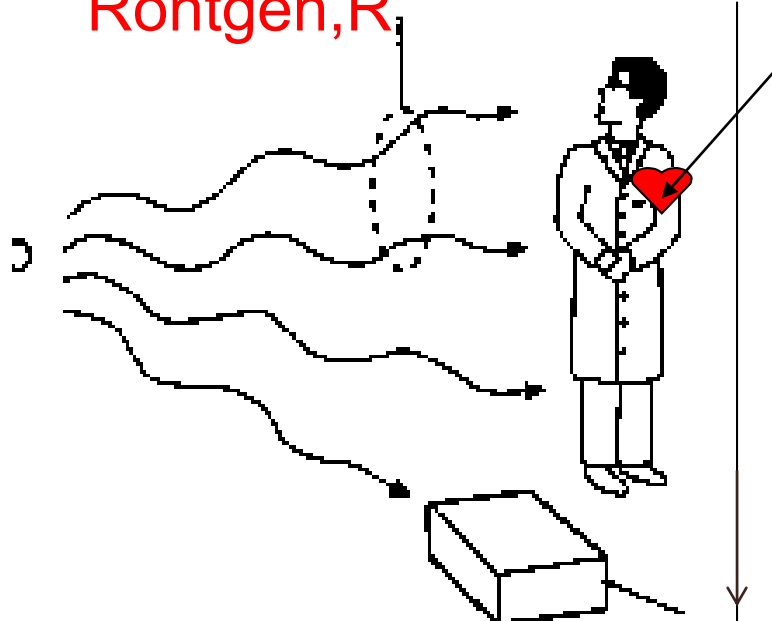
(A_S = Son tarihteki aktivite, A_0 = İlk Aktivite, n =Yarılanma süresi sayısı)

Radyasyon Dozları ile İlgili Kavram ve Tanımlar

Kaynaktan çıkan radyasyon şiddeti : (Işınlama dozu)

Röntgen, R

Radyasyon kaynağının gücü:
Kaynak Aktivitesi
(Bq, Ci)



Herhangi bir madde tarafından
Soğurulmuş doz D (Gy, rad)
D: Gray(J/kg)

Belirli bir organa
Eşdeğer doz
(rem, Sv)

$$H_T = \sum_R D_{T,R} \times Q_R$$

Tüm vücut dozu
Etkin Doz
(rem, Sv)

$$E = \sum_T H_T \times W_T$$

Denetimli - Gözetimli Alan

Yıllık Doz Sınırı: 20 mSv

Denetimli Alan
6 mSv/Yıl

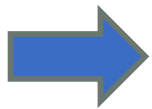
Gözetimli Alan
1 mSv /Yıl

Soru 1: Radyasyon görevlisi için müsaade edilen haftalık ve saatlik ışınlama dozu nedir?

Cevap 1:

Radyasyon görevlisi için yıllık izin verilen doz 20 mSv/ yıldır.

1 yıl \rightarrow 50 hafta ; 1 hafta \rightarrow 5 gün ; 1 gün \rightarrow 8 saat
1 saat \rightarrow 60 dakika ; 1 dak. \rightarrow 60 saniye
olarak hesaplanır



$$20 \text{ mSv} / 50 \text{ hafta} = 0,4 \text{ mSv/hafta}$$
$$0,4 \text{ mSv} / 5 \times 8 = 0,01 \text{ mSv} / \text{saat}$$

Aktivite, Yarılanma Süresi

Soru 2: 1 Haziran 2015 tarihinde , 370 GBq olan Ir-192 radyasyon kaynağı'nın aktivitesi, 13 Ağustos 2015 tarihinde kaç GBq olur ?

(Ir-192 'nin yarılanma süresi 74 gündür.)

Cevap 2:

1 Haziran -13 Ağustos arası
(30+31+13) = 74 gün

$$n = 1$$

$$A_i = 370 \text{ GBq}$$

$$A_s = A_i / 2^n = 370 / 2 = 185 \text{ GBq}$$

Soru 3: 1 Kasım 2015 tarihinde , 80 Ci olan Ir-192 radyasyon kaynağı'nın aktivitesi, 5 Kasım 2016 tarihinde kaç Ci olur ?

Not: (Ir-192 'nin yarılanma süresi 74 gündür.)

Cevap 3:

5 Kasım 2015 – 11 Kasım 2016 arası 370 gün yapar.

$370/74 = 5$ yarılanma süresi geçmiştir.

$$A_s = A_i / 2^n$$

I.Yol;

$$A_i = 80 \text{ Ci}$$

$$A_s = \text{.....?}$$

$$n = 5$$

$$A_s = A_i / 2^n = 80 / 2^5 = 80 / 32 = 2,5 \text{ Ci}$$

Cevap 3 :

II. Yol;

| | | |
|---|---------------------|----------------------|
| 1 | yarılanma süresinde | $80/2 = 40$ |
| 2 | “ “ | $40/2 = 20$ |
| 3 | “ “ | $20/2 = 10$ |
| 4 | “ “ | $10/2 = 5$ |
| 5 | “ “ | $5/2 = 2,5$ Ci olur. |

Gama Sabiti

Soru 4: 10 Ci (370 GBq) aktivite şiddetindeki bir Ir-192 radyoaktif kaynağından 5 m uzaklıkta radyasyon ölçüm aleti ile okunması gerekli doz şiddeti;

a) R/h ve

b) mSv/h olarak nedir?

(Kaynağın nokta kaynak olduğu kabul ediliyor)

Ir-192'nin Gama sabiti :

$\Gamma = 0,48$ R/h 1 metrede 1 Ci aktivite için veya,

$\Gamma = 0,13$ mSv/h 1 metrede 1 GBq aktivite için

Cevap 4:

$$I = \Gamma \times A / d^2$$

a) 1 Ci için 1 m'de 0,48 R/h ise,

10 Ci için 1 m uzaklıkta $10 \times 0,48 = 4,8$ R/h ve
5 m uzaklıkta ölçülecek doz hızı $4,8/5^2 = \underline{0,192 \text{ R/h}}$

b) 1 GBq için 1 m' de 0,13 ise,

370 GBq için $0,13 \times 370 = 48$ mSv/h ve
5 m uzaklıkta ölçülecek doz hızı $48/5^2 = \underline{1,92 \text{ mSv/h}}$

Soru 5: Noktasal tek enerjili bir radyasyon kaynağının Gamma sabiti $K_{\Gamma} = 0,1 \text{ mSv/h}$ dir. Bu kaynaktan 1 metre uzaklıkta ölçülen doz şiddeti $100 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ ise kaynağın aktivitesi kaç GBq dir?

Cevap 5:

$\Gamma = 1 \text{ GBq}$ aktivite için 1 metrede mSv/h

Kullanılacak denklem : $I = \Gamma A / d^2$ veya $I = K_{\Gamma} A / d^2$

$$100 \text{ } \mu\text{Sv/h} = 0.1 \text{ mSv/h}$$

$A = I \times d^2 / K_{\Gamma}$ yerlerine koyarsak

$$A = 0,1 \times 1 / 0,1 = 1 \text{ GBq} \text{ bulunur}$$

Doz, Doz Şiddeti, Zaman

Soru 6: Radyasyon ölçüm cihazı ile 15 mR/h doz şiddeti okunan yerde 2 saat, 1 saat ve 30 dakika kalındığında alınacak doz miktarları ne kadardır ?

Cevap 6:

Verilenler :

$$I = 15 \text{ mR/h}, \quad t_1 = 2\text{h}, \quad t_2 = 1 \text{ h}, \quad t_3 = \frac{1}{2} \text{ h (30 dakika)}$$

Toplam Doz formülü $D = I \times t$ idi.

Formülde yerine koyarsak:

$$15 \text{ mR/h} \times 2\text{h} = 30 \text{ mR}$$

$$15 \text{ mR/h} \times 1\text{h} = 15 \text{ mR}$$

$$15 \text{ mR/h} \times \frac{1}{2} \text{ h} = 7,5 \text{ mR}$$

Soru 7: Doz hızı 60 nGy/sn olan bir Gamma radyasyon alanında 1 saat, 1/2 saat ve 1 dakika kalınırsa ne kadar doz alınır?

Cevap 7:

$$t = 1 \text{ saat} \quad \text{Doz} = 60 \text{ nGy/sn} \times 3600 \text{ sn} = 216000 \text{ nGy} \\ = 216 \mu\text{Gy} = 216 \mu\text{Sv}$$

$$t = 1/2 \text{ saat} \quad \text{Doz} = 60 \text{ nGy/sn} \times 1800 \text{ sn} = 108000 \text{ nGy} \\ = 108 \mu\text{Gy} = 108 \mu\text{Sv}$$

$$t = 1 \text{ dakika} \quad \text{Doz} = 60 \text{ nGy/sn} \times 60 \text{ sn} = 3600 \text{ nGy} \\ = 3,6 \mu\text{Gy} = 3,6 \mu\text{Sv}$$

Gamma, X- ışını ve yüksek enerjili Betalar için radyasyon kalite faktörü 1 olduğundan, bu ışınlar için

rad = rem, Gy=Sv alınır.

Doz Şiddeti, Uzaklık

Soru 8: Radyasyon kaynağından 8 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunan doz şiddeti 100 mR/h ise, radyasyon kaynağından 1 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunacak değer kaç mR/h olur ?

Cevap 8:

Verilenler;

$$I_1 = 100 \text{ mR/h}, \quad d_1^2 = (8)^2, \quad d_2^2 = (1)^2, \quad I_2 = ? \text{ R/h}$$

Bu değerleri formülde yerine koyalım

$$I_1 \times d_1^2 = I_2 \times d_2^2 \longrightarrow 100 \times (8)^2 = I_2 \times (1)^2$$

$$\longrightarrow I_2 = 100 \times 64/1 = 6400 \text{ mR/h} = \underline{6,4 \text{ R/h}}$$

Soru 9: 400 GBq aktiviteli I-192 radyasyon kaynağından 1 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunan doz hızı 50 mSv/h ise, 800 GBq'lık başka bir I-192 radyasyon kaynağından 2 m uzaklıkta ölçüm aletinde okunacak değer kaç mSv/h olur ?

Cevap 9:

Veriler: $I_1 = 50 \text{ mSv/h}$, $A_1 = 400 \text{ GBq}$, $d_1 = 1 \text{ m}$

$A_2 = 800 \text{ GBq}$, $d_2 = 2 \text{ m}$

$$I_1 = \Gamma A_1 / d_1^2$$

$$I_2 = \Gamma A_2 / d_2^2 \quad \text{Oranlarsak} \quad I_2 \times d_2^2 / I_1 \times d_1^2 = \Gamma A_2 / \Gamma A_1$$

Değerleri yerine koyup I_2 'yi çektüğümüzde;

$$I_2 = 50 \times 800 / 400 \times 4 = \underline{25 \text{ mSv/h}} \text{ bulunur.}$$

Soru 10: Radyasyon kaynağından 6 m uzaklıkta ölçüm aleti ile 36 mR/h doz şiddeti okunmuştur. Radyasyon kaynağından kaç metre uzaklığa güvenlik şeridinin çekilmesi gerekmektedir.

(Güvenlik şeridi için sınır değer 1 mR/h dir. Güvenliğin artırılması için 0,75 mR/h değerinde çekilmesi daha uygun olmaktadır).

Problemde 1 mR/h değeri esas alınacaktır.

Cevap 10 :

Verilenler :

$$I_1 = 36 \text{ mR/h}, \quad d_1 = 6 \text{ m}, \quad I_2 = 1 \text{ mR/h}, \quad d_2 = \dots?$$

Formülde yerine koyalım:

$$I_1 \times d_1^2 = I_2 \times d_2^2 \quad \longrightarrow \quad 36 \times (6)^2 = d_2^2 \times 1$$

$$\longrightarrow d_2^2 = 36 \times 36 \quad \text{veya} \quad d_2 = \sqrt{36 \times 36} = \mathbf{36 \text{ m}}$$

Soru 11: X-Işını radyografi cihazı ile yapılan bir açık alan çalışmasında kaynaktan 1 m uzaklıkta ölçülen radyasyon doz hızı 1,6 mSv/h tir.

Çevrede bulunan halkın radyasyon güvenliği için güvenlik şeridi hangi mesafeden çevrilmelidir?

Cevap 11:

10.cu Soruda güvenlik şeridi için 1 mR/h verilmişti
(1mR/h=1mRem/h= 0,01 mSv/h)

Çalışma açık alanda yapıldığından halk için bu dozun
1/10 'u (0,001 mSv/h) kabul edilmektedir.

$$I_1 = 1,6 \text{ mSv/h (1600 } \mu\text{Sv/h) , } d_1 = 1 \text{ m,}$$

$$I_2 = 0,001 \text{ mSv/h}=1\mu\text{Sv/h}$$

$$d_2 = \dots?$$

Formülde yerine koyalım :

$$I_1 \times d_1^2 = I_2 \times d_2^2 \quad 1600 \times (1)^2 = d_2^2 \times 1$$

$$d_2^2 = 1600\text{m}^2 \quad \longrightarrow \quad d_2 = \sqrt{1600} = \sqrt{4^2 \times 10^2} = 40 \text{ m}$$

Zırhlama Hesabı

Soru 12:

Ir-192 rasyasyon kaynağından belirli bir uzaklıkta doz şiddeti (hızı) 128 mR/h dir.

Ir-192 için kurşun zırhlama malzemesinin her HVL (yarı tabaka) kalınlığı 0,5 cm olduğuna göre, doz şiddetini 1 mR/h'e düşürmek için kaç cm kalınlıkta zırh malzemesi gerekmektedir?

Cevap 12:

İlk durumdaki doz şiddeti 128 mR/h idi.

| | |
|-------------------|---------|
| 1 HVL uygulanırsa | 64 mR/h |
| 2 HVL uygulanırsa | 32 mR/h |
| 3 HVL uygulanırsa | 16 mR/h |
| 4 HVL uygulanırsa | 8 mR/h |
| 5 HVL uygulanırsa | 4 mR/h |
| 6 HVL uygulanırsa | 2 mR/h |
| 7 HVL uygulanırsa | 1 mR/h |

O halde;

zırh malzemesinin yarı tabaka kalınlığı 0,5 cm kurşun idi ve gerekli olan yarı tabaka sayısı 7 olduğuna göre $0,5 \times 7 = 3,5 \text{ cm}$ kalınlığında kurşun levhaya gereksinim vardır.

Soru 13: 12. soruda kullanılan kurşun malzeme yerine beton malzeme kullanılmak istenirse kaç cm kalınlığında beton engel gerekli olurdu?

(Ir-192 için beton malzemenin HVL kalınlığı 4,3 cm dir)

Not: Radyasyon korunması hesaplamalarında betonun yoğunluğu $2,35 \text{ g/cm}^3$ olarak alınır. Bu yoğunlukta bir beton için gerekli yarı tabaka kalınlığı (HVL) 4,3 cm dir.

Cevap 13:

12. sorunun cevabında 7 adet yarı tabaka 'ya gereksinim olduğu bulunmuştu.

Zırh kalınlığı = HVL x yarı tabaka sayısı olduğuna göre

$$= 4,3 \times 7 = \mathbf{30,1 \text{ cm}}$$

kalınlığında beton engele gereksinim vardır.

Taşıma Etiketi ve İndisi

| ŞARTLAR | | | SINIF |
|---------|---|---|----------------------------|
| Tl | Yüzeyden 1metre mesafedeki maksimum radyasyon seviyesi RL_{1m} | Yüzeyin herhangi bir noktasında en yüksek radyasyon seviyesi RL | |
| 0 | 0,5 mrem / h | $\leq 0,005$ mSv/h (0,5 mrem/h) | I - BEYAZ |
| 0 - 1 | 1 mrem / h | (0,005 – 0,5) mSv/h (0,5 - 50) mrem/h | II - SARI |
| 1- 10 | 10 mrem / h | (0,5 - 2) mSv/h (50 – 200) mrem/h | III - SARI |
| > 10 | > 10 mrem / h | (2 – 10) mSv/h (200-1000) mrem/h | III – SARI ve Özel Koşullu |

TI : Taşıma İndisi Tayini

Paketin herhangi bir yüzeyinden 1 metre uzaklıkta ölçülen maksimum radyasyon seviyesinin mR/h olarak sayısal değeridir.

Diğer bir ifade;

$$TI = RL_{1m} \text{ (mSv/h)} \times 100$$

RL_{1m} : 1 m de ölçülen maksimum radyasyon seviyesi

Eğer Paketin üzerinde okunan maksimum değer (taşıma sınıfını belirler) ile TI (taşıma indisi) değeri uyumsuz ise ; en yüksek değer hangisi ise o alınır.

Soru 14: İçerisinde radyoaktif kaynak bulunan bir taşıma kabının dış yüzeyinde radyasyon ölçüm aleti ile 10 mR/h ve 1 metre uzağında 0,8 mR/h doz şiddeti okunuyorsa;

- a) Taşıma kabının üzerinde hangi tip etiket bulunması gerekir?
- b) Taşıma indisi kaç olur?

Cevap 14:

- a) Yüzeyde 10 mR/h (~ 10 mrem/h) doz şiddeti okunduğuna göre tablodan **Sarı II** etiketi bulunması gerekir.
- b) Taşıma kabından 1 metre uzaklıkta 0,8 mR/h Taşıma indisi tanımına göre: **TI=0,8** yazabiliriz.

Açıklama:

(0,8 mR/h \approx 0,8 mrem/h = 0,008 mSv/h) dir.

Soru 15: İçerisinde radyoaktif kaynak bulunan bir taşıma kabının dış yüzeyinde radyasyon ölçüm aleti ile $210 \mu\text{Sv/h}$ ve 1 metre uzağında $70 \mu\text{Sv/h}$ doz şiddeti okunuyorsa;

- a) Taşıma kabının üzerinde hangi tip etiket bulunması gerekir ?
- b) Taşıma indisinin değeri nedir?

Cevap 15:

- a) Yüzeyde $210 \mu\text{Sv/h}$ ($=0,21 \text{ mSv/h}$) doz şiddeti okunduğuna göre tablodan **Sarı II** etiketi bulunması gerekir.
- b) Taşıma kabından 1 metre uzaklıkta $70 \mu\text{Sv/h}$ ($=0,07 \text{ mSv/h}$) cinsinden okunan değer verdiği göre (tanımdan yola çıkılırsa)
- $$TI = RL_{1m} (\text{mSv/h}) \times 100$$
- $$TI = 0.07 \times 100 = 7 \text{ dir.}$$

Hesaplanan TI'nın bu değerine göre ise; etiket **Sarı III** olmalı !

O zaman büyük olanı göz önüne alınır. Sonuç olarak: Etiket **Sarı III** seçilir.

Soru 16:

Taşıma indisi $Tl = 1,5$ olan konteynır'ın üzerinde hangi tip ip etiket bulunmalı ?

Cevap 16:

$Tl : 1 < 1,5 < 10$ aralığında olduğundan bu aralık

Hatırlatma:

$T=0$ Beyaz I

$0 \leq T \leq 1$ Sarı II

$1 \leq T \leq 10$ Sarı III idi

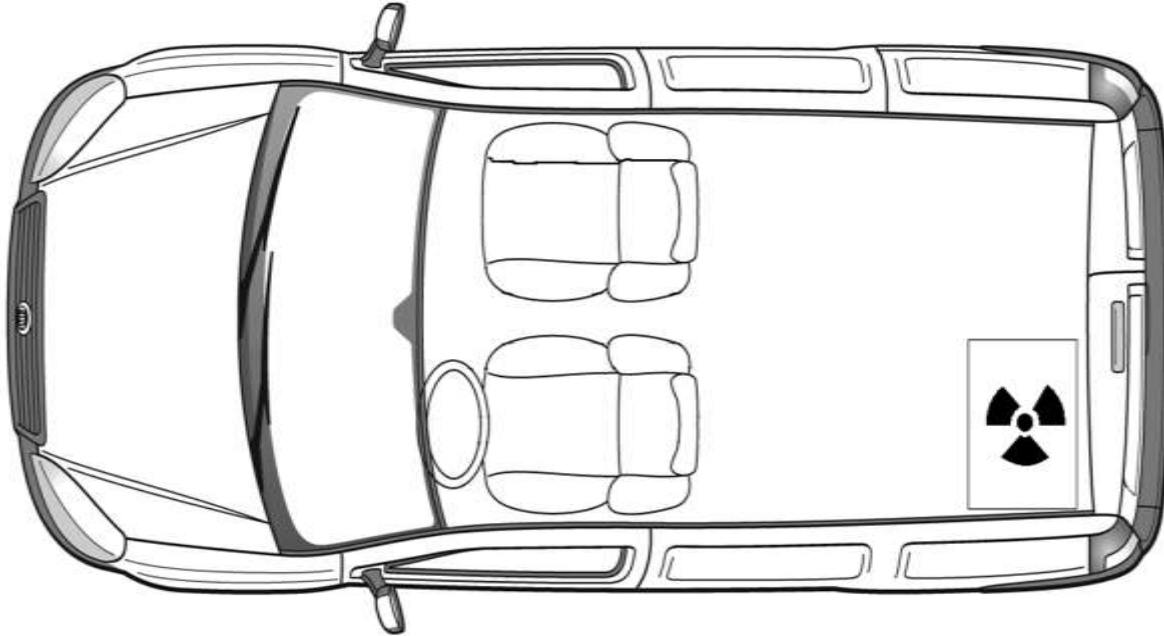


Sarı III'e karşılık gelmektedir.

Radyoaktif Madde Taşınmasında Kullanılan Cihazın Taşınması

Yıllık taşıma süresi 100 saat den küçük ise; taşınan cihazdan yayılan radyasyonun doz hızı $7,5 \mu\text{Sv/h}$ geçemez.

Yıllık taşıma süresi 100 saatten büyük 300 saatten küçük ise; taşınan cihazdan yayılan radyasyonun doz hızı $2,5 \mu\text{Sv/h}$ geçemez



Gama Radyografi

Gamma kaynakları için verilen uzaklıktaki doz hızı ile kaynağın aktivitesi doğru orantılıdır.

Örnek: İridyum-192

| <u>Aktivite (GBq)</u> | <u>Doz hızı (1,0 m'de)</u> |
|-----------------------|----------------------------|
| 800 | 100 mSv/h |
| 400 | 50 mSv/h |
| 200 | 25 mSv/h |
| 100 | 12,5 mSv/h |

Doz hızı \propto Aktivite

Soru 17: 400 GBq aktiviteye sahip Co-60 için 1m'deki doz hızı 138 mSv/h ise, 280 GBq aktiviteli Co-60 için aynı noktadaki doz hızı nedir?

Cevap 17:

400 GBq için 138 mSv/h
280 GBq için ?

$$138 \times \frac{280}{400} \text{ mSv/h} = \mathbf{97 \text{ mSv/h}}$$

Soru 18: 1 metre uzaklıktaki doz hızı 500 mSv/h olan bir kaynağı 1m'lik maşa kullanarak zırh içine alınmak isteniyor. Bu işlemi yapan kişiye ne kadar süre verirsiniz?

Cevap 18:

Yıllık doz sınırı 20 mSv'in altında olmalıdır.

1 saat de 500 mSv ise 1 dakikada: \longrightarrow

$500\text{mSv}/60 = \longrightarrow 8,3 \text{ mSv}$ dir.

$20 \text{ mSv} / 8,3\text{mSv} = 2,4 \text{ dak.}$

Maksimum 2,4 dakika

Soru 19: 100 Ci'lik Ir-192 kaynağını yanlışıklıkla 2 saniye elimize alsak elimiz ne kadar doz alır?

Cevap 19:

1m (100 cm) de 1 saateki doz 500 mSv ise

$$1 \text{ cm deki doz} = 500 \times (100)^2 / (1)^2 = 5.000.000 \text{ mSv}$$

$$= 5.000 \text{ Sv}$$

1 saniyedeki doz $5.000 / 3600 = 1.388 \text{ mSv}$

2 saniyede $2 \times 1,388 = 2.776 \text{ mSv}$

→ $\approx 2,8 \text{ Sv} \Rightarrow 3,0 \text{ Sv}$ Eritim dozu!

X-Işınında ise; verilen uzaklıktaki doz hızı ile uygulanan akım doğru orantılıdır. (belirtilen voltajda)

Örnek: 150 kV, 2mm Al filtre

| <u>Tüp akımı (mA)</u> | <u>Doz hızı (1,0 m'de)</u> |
|-----------------------|----------------------------|
| 1 | 1 mSv/h |
| 5 | 5 mSv/h |
| 10 | 10 mSv/h |
| 20 | 20 mSv/h |
| 40 | 40 mSv/h |

Doz Hızı \propto [kV x Tüp Akımı (mA)]

Soru 20: 5 kV, 10 mA'de (2mm Al filtreli) bir X-ışını setinde 1m'deki doz hızı 3,5 mSv/h ise , 4 mA'e düşürünce aynı noktadaki doz hızı ne olur?

Cevap 20:

10 mA için 3,5 mSv/h

4 mA için ?

$$4 \times \frac{3.5}{10} \text{ mSv/h} = 1,4 \text{ mSv/h}$$

Soru 21: Tahribatsız test laboratuvarında kurulu olan, maksimum 250 kV ve 5 mA değerine sahip ve 0,5 mm Cu filtrasyonu olan X-ışını radyografi cihazı çalışırken 1 m uzaklıkta 3 dakika süresince bulunmak zorunda kalan bir radyografçının aldığı dozu mSv cinsinden hesaplayınız.

Not: 0,5 mm Cu filtrasyonu olan ve 250 kV, 10 mA max. değerine sahip X-ışını tüpünün 1 m uzaklığındaki doz hızı 10 Sv/h dir.

Cevap 21:

Akımla doz hızı doğru orantılı olduğundan;

10 mA için 10 Sv/h

5 mA için ? İçler dışlar çarpımı ile

$$5 \times \frac{10}{10} \text{ Sv/h} = 5 \text{ Sv/h} = 5000 \text{ mSv/h (1m' deki doz hızı)}$$

60 dakika(1 saat) 5000 mSv alırsa
3 dak ?

$$3 \times \frac{5000}{60} \text{ mSv} = 250 \text{ mSv 'lik doz alır}$$

Soru 22: 150 kV 10 mA'de çalışan bir X-ışını radyografi cihazının tüp çıkışında yaklaşık 10 cm. de bilmeden 3 saniye duran bir kişi ne kadar doz alır?

Not: 150 kV , 10mA'de çalışan bir X-ışını cihazının 1m uzaklığında okunan saatlik doz yaklaşık 40 Sv dir.

Cevap 22:

$$(D_1 \times d_1^2 = D_2 \times d_2^2)$$

1m (100 cm) de 1 saat deki doz: 40 Sv

10 cm de

$$40 \times (100)^2 / (10)^2 = 4.000 \text{ Sv}$$

1 saniyedeki doz $4,000 / 3600 = 1,11 \text{ Sv}$

3 saniyedeki doz ise $1,11 \times 3 = 3,3 \text{ Sv} \text{ !!!}$

Eritim dozu!

A-Cihaz Deposu Örnek Hesaplama

Cihazdan 1 m uzaklıktaki doz hızı: $I_1=0,003$ mSv/h (0,3 mR/h)

Günde 8 saat

Yılda 250 gün çalışma

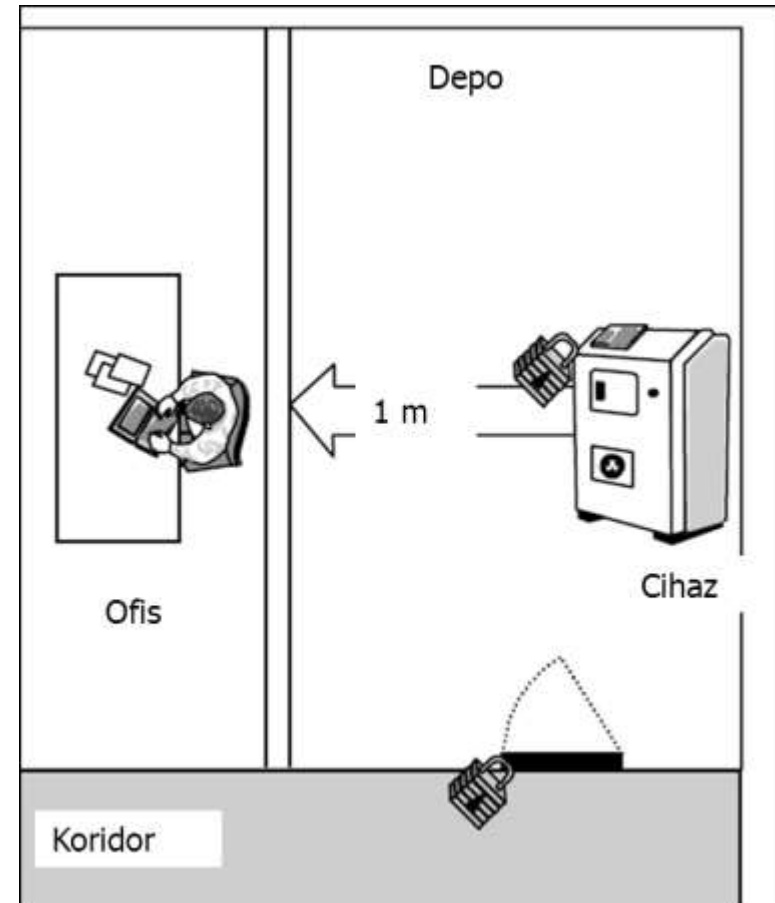
Cihazdan 1 m uzaklıktaki oturan personelin yıllık alacağı doz :

$$D_1 = 0,003 \text{ mSv} \times 8 \times 250 =$$

6 mSv

Doz 1 mSv'den büyük

→ **DEPO UYGUN DEĞİL**



B-Cihaz Deposu Örnek Hesaplama

Cihaz personelden 3 m uzaklığa alınırsa doz hızı uzaklığın karesi ile azalacaktır.

Doz hızı $I_2 = 0,3 / 3^2 = 0,033$ mrem

Alınan Doz ;

$D_2 = 0,033 \times 8 \times 250 / 100 = \mathbf{0,66 \text{ mSv}}$

Başka bir yol ise:

Kurşun için: TVL = 2 cm

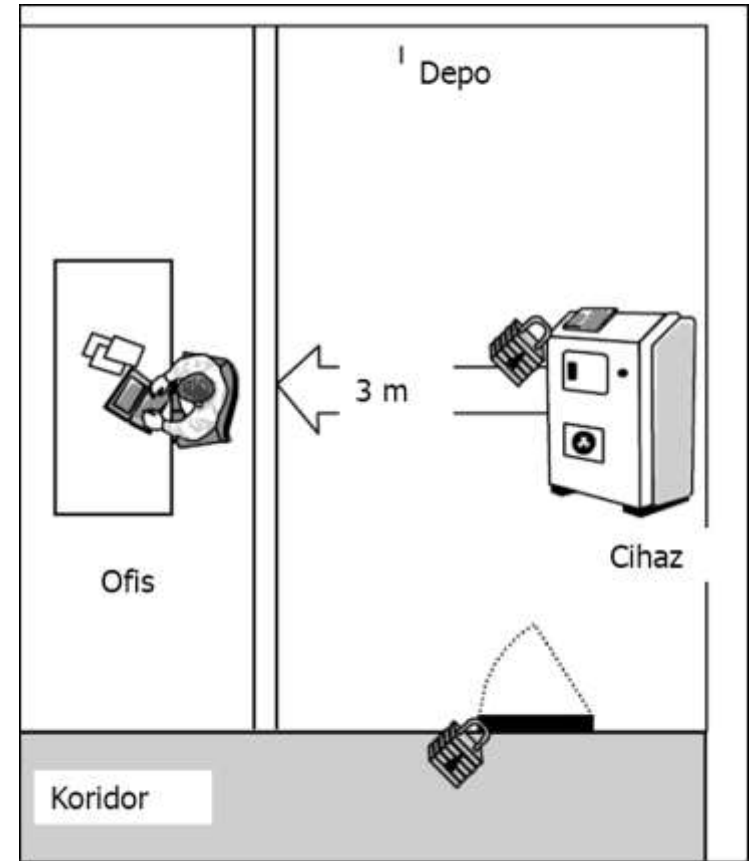
Beton için: TVL = 15 cm

Cihaz ile personel arasına 2 cm kurşun veya 15 cm beton yapılırsa;

Alınan doz onda bir azalır.

$D_1 = 6 \text{ mSv} \rightarrow$ Doz 1 mSv'den küçük \rightarrow **DEPO UYGUN**

$D_2 = 6 / 10 = 0,6 \text{ mSv}$



SORULAR ?

