



İYON ODALARI VE DOZİMETRE KALİBRASYONLARI



Dr. Doğan YAŞAR

TAEK, ÇNAEM
Radyasyon Metrolojisi Birimi

dogan.yasar@taek.gov.tr



XIV Ulusal Medikal
Fizik Kongresi

21-24 Kasım 2013 Kervansaray Lara Convention Center/ANTALYA

İçerik

- *Tedavi amaçlı dozimetreler*
- *Korunma amaçlı dozimetreler*
 - *doz hızı ölçerler*
 - *kişisel dozimetreler*
 - *tanısal amaçlı dozimetreler*

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



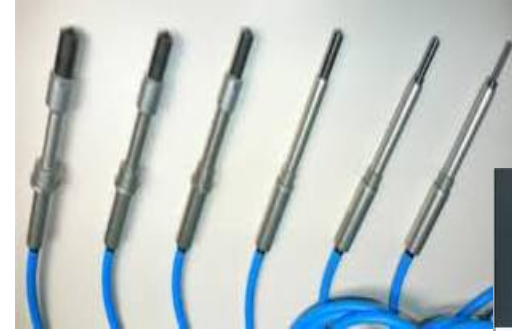
□ İyon odaları radyoterapide ve diagnostik radyolojide radyasyon dozunun saptanmasında kullanılmaktadır. Referans ışınlama şartlarındaki dozun saptanması beam kalibrasyonu olarak adlandırılmaktadır.

□ Kullanım amacına bağlı olarak çeşitli şekil ve boyutlara sahip olmaktadır.

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



□ *Radyoterapide en yaygın kullanılan 0.6 cc farmer tip iyon odalarıdır.*

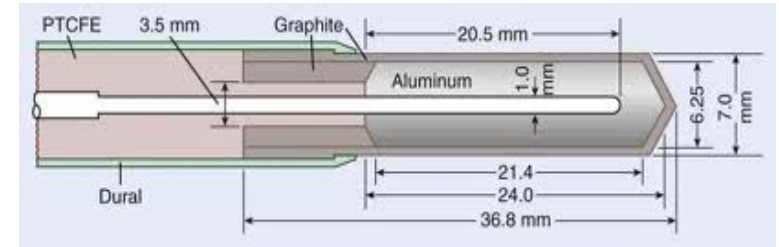
- Tedavi amaçlı - 0.1 cc ile 1.0 cc
- Korunma amaçlı – 6.0 cc ile 10.000 cc kullanılmakta

□ *^{60}Co enerjisinde hava kerma kalibrasyonunda 0.5 g/cm² yoğunluk kalınlığında build-up cap kullanılmakta.*

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



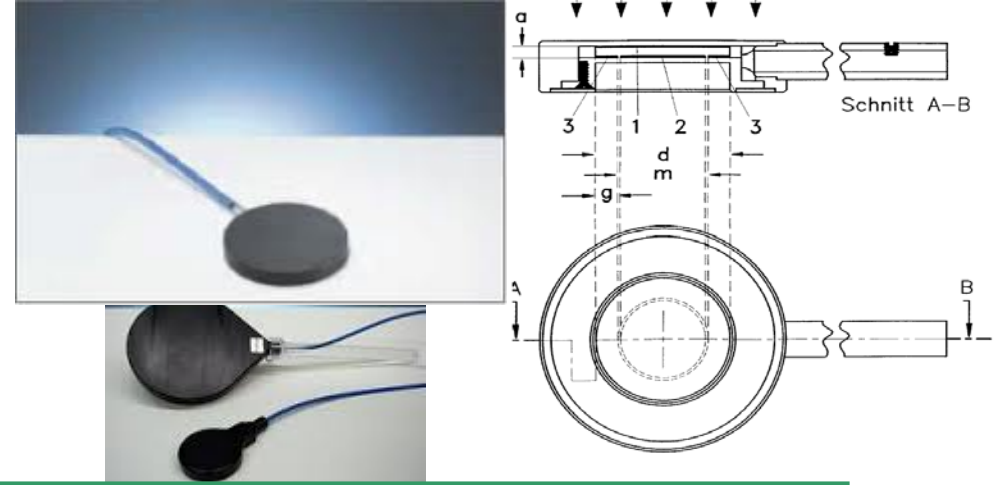
□ Orta elektrot 1 mm çapında Al,

□ TRS-277 ve TRS-398 protokollerinde verilmekte, elektron ve foton radyasyonundaki kullanımı açıklanmaktadır.

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları

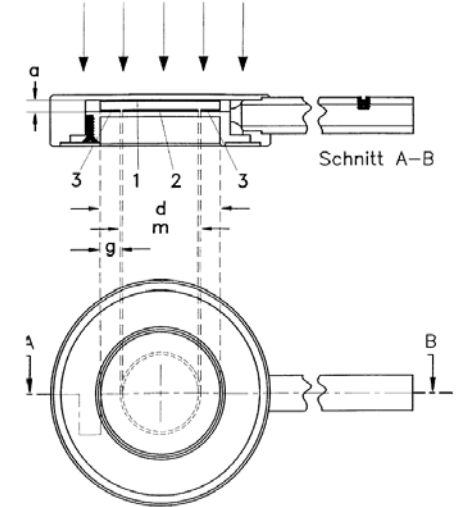


- *Paralel plan iyon odası biri radyasyon giriş penceresi ve polarize elektrot konumunda diğeri arka duvar ve toplayıcı elektrot görevi görmektedir.*
- *10 MeV altındaki enerjilerde elektron demeti dozimetrisi olarak tavsiye edilmektedir.*
- *Ayrıca yüzey dozu ve mega voltaj foton demetinin build up bölgesinde derin doz ölçümlerinde kullanılmakta*

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



- Paralel plan iyon odasının elektron demeti dozimetrisindeki kullanımı TRS-381 ve TRS-398 protokollerinde detaylı olarak verilmektedir.
- ^{60}Co radyasyon kalitesinde kalibrasyonu yapılabilmekte, ayrıca elektron enerjisinde de cross kalibrasyon yapılmaktadır.

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ Kalibrasyon

- Uygulamadaki doz ölçüm protokolü
TRS-381, TRS-277, TRS-398
- Yöntem
 - Yer deęiřtirme metodu
 - Uç uca metodu
 - Cross kalibrasyon
- Referans kalibrasyon kaynaęı,
 - Co-60 (2000-5000 Ci)



Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

❑ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odalar
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



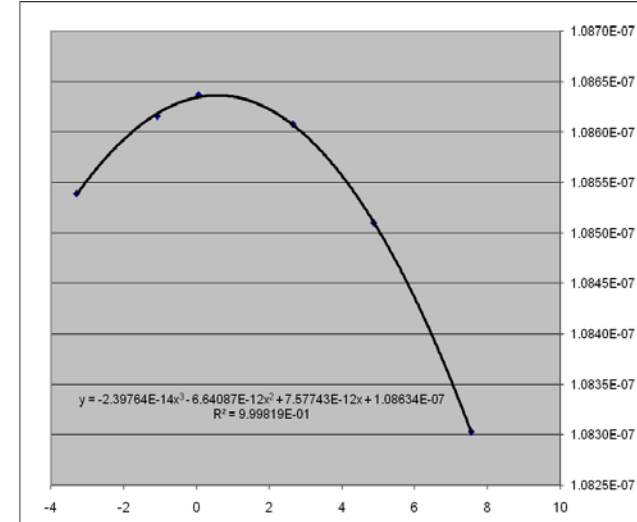
❑ *Brakiterapide kullanılan radyoaktif kaynaklar, uygun hassasiyette ve hacimde iyon odalarını gerektiren düşük hava kerma hızına sahip kaynaklardır.*

❑ *Yaklaşık 250 cc hacmindeki iyon odaları, brakiterapi kaynaklarının kalibrasyon ve standardizasyonuna uygundur.*

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



□ Kuyu tip iyon odalarının kalibrasyonları referans standart dozimetreler kullanılarak referans hava kerma hızına göre yapılmaktadır.

□ Standart kaynaklar ; Ir-192, Cs-137

Tedavi amaçlı dozimetre sistemleri

□ İyon odalı dozimetre sistemleri

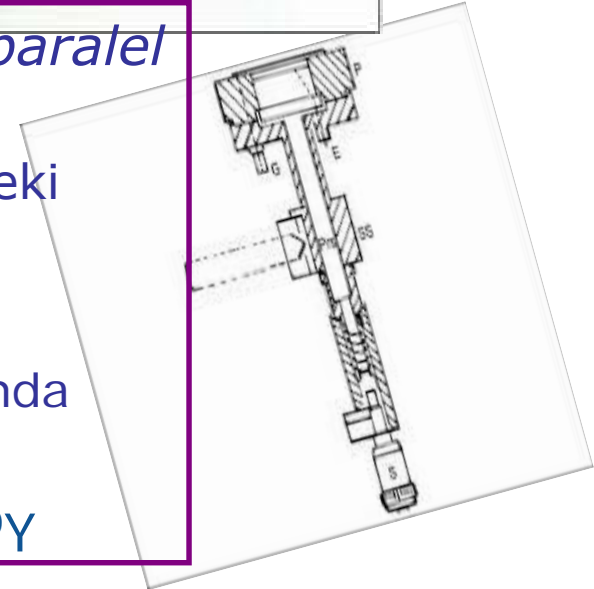
- Silindirik iyon odaları
- Paralel plan iyon odaları
- Kuyu tip iyon odaları
- Extrapolation iyon odaları



□ Extrapole iyon odaları hassas değişken hacimli paralel plan iyon odalarıdır.

- Orta voltaj ve mega voltaj x ışınları demetindeki yüzey dozları ölçümünde,
- beta radyasyon dozimetrisinde,
- yüzey kontaminasyon ölçerlerin kalibrasyonunda
- düşük enerjili x ışınlarında kullanılmaktadır.

□ Kalibrasyon kaynakları; ^{14}C , ^{147}Pm , ^{204}Tl , $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ *Doz hızı ölçen sistemler*

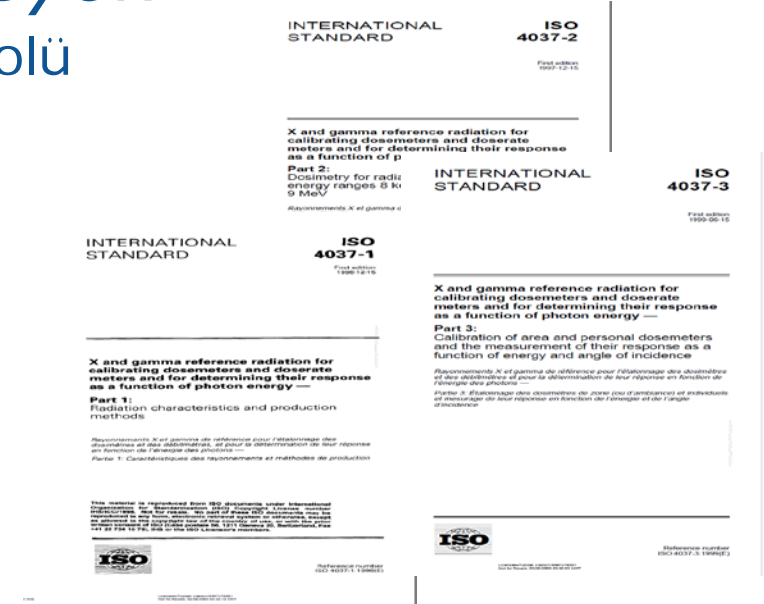
- İyon odalı doz hızı ölçerler
 - Orantılı iyon odaları
 - İyonizasyon odaları
 - Geiger-Müller dedektörleri
- Sintilasyon dedektörler
- Katı hal dedektörler



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ Doz hızı ölçerlerde kalibrasyon

- Uygulamadaki kalibrasyon protokolü
 - ISO 4037-1,2,3 standartları,
 - IAEA Safety Series 16
- Kalibrasyon nicelikleri
 - Exposure (R)
 - Hava kerma, (mGy)
 - Ortam doz eşdeğer, $H^*(d)$ (Sv)
- Sekonder standart dozimetre
 - 1000 cc küresel iyon odası
 - 30 cc silindirik ve küresel iyon odası
- Standart Kalibrasyon kaynakları
 - Cs-137 (0.5 Ci - 10 Ci)
 - Co-60 (0.5 Ci – 2000 Ci)
 - X ışını kaliteleri (ISO Narrow series)



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ ISO narrow serisi X ışını radyasyon kaliteleri

Kilovolt (kV)	Tüp akımı (mA)	Yarı tabaka kalınlığı (HVL) mmCu	İlave filtre	İç filtre
N40	10	0.08	0.21 mmCu	3,5 mmAl + 0.8mmBe
N60	10	0.24	0.6 "	"
N80	10	0.60	2.0 "	"
N100	10	1.18	5.0 "	"
N120	10	1.78	5.0 mmCu + 1 mmSn	"
N150	10	2.52	2.5 mmSn	"
N200	10	4.07	2 mmCu+3 mmSn+1mmPb	4 mmAl
N250	10	5.27	2.0 mmSn + 3 mmPb	"
N300	10	5.80	3.0 mmSn + 5 mmPb	"

Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

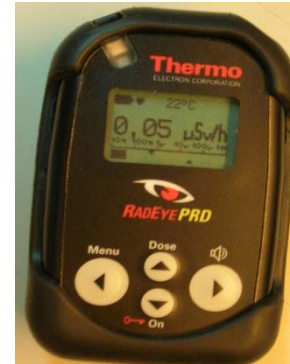
□ Kişisel dozimetreler

➤ Pasif dozimetreler

- Film
- TLD
- OSL

➤ Aktif dozimetreler

- Kalem dozimetre
- Elektronik personel dozimetreler (EPD)



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ Kalibrasyon yöntemi

➤ Uygulamadaki kalibrasyon protokolü

- ISO 4037-1,2,3 standartları,
- IAEA Safety Series 16

➤ Sekonder standart dozimetre

- 1000 cc küresel iyon odası
- 30 cc silindirik ve küresel iyon odası

➤ Kalibrasyon nicelikleri

- Kişisel doz eşdeğer, Hp(d) (Sv)

➤ Standart Kalibrasyon kaynakları

- Cs-137 (0.5 Ci - 10 Ci)
- Co-60 (0.5 Ci – 2000 Ci)
- ISO narrow serisi X ışını kaliteleri (40 – 300 kV)



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ *Tanısal radyoloji dozimetre sistemleri*

- Radyolojik iyon odası (30 kV – 150 kV)
- CT iyon odası (90 kV-150 kV)
- Mamografi iyon odası

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
61267
Deuxième édition
Second edition
2005-11

Equipement de diagnostic médical
à rayonnement X –
Conditions de rayonnement pour utilisation dans
la détermination des caractéristiques

Medical diagnostic X-ray equipment –
Radiation conditions for use in the
determination of characteristics



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61267:2005



Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ Kalibrasyon yöntemi

- Uygulamadaki kalibrasyon protokolü
 - IEC 61267 standardı,
 - IAEA TRS-457
- Sekonder standart dozimetre
 - 1 cc silindirik iyon odası
 - CT iyon odası

- Kalibrasyon niceliği
 - Hava kerma,
- Standart Kalibrasyon kaynakları
 - IEC RQR X ışını radyasyon kaliteleri (40 – 150 kV)
 - IEC RQT X ışını radyasyon kaliteleri (100, 120, 150 kV)

Korunma amaçlı dozimetre sistemleri

□ *SSDL IEC 61267 standardı RQR serisi X ışını radyasyon kaliteleri*

<i>Radiation quality</i>	<i>Tube voltage (kV)</i>	<i>Additional filtration (mm Al)</i>	<i>1st HVL (mm Al)</i>	<i>2nd HVL (mm Al)</i>	<i>Attenuation $\pm 0,15$ grad of HVL</i>	<i>Homogeneity (%)</i>	<i>Dose rate (mGy/min) 1 m/10 mA</i>
<i>RQR2</i>	<i>40</i>	<i>2.45</i>	<i>1.41</i>	<i>1.73</i>	<i>0.502</i>	<i>0.82</i>	<i>11.98</i>
<i>RQR3</i>	<i>50</i>	<i>2.47</i>	<i>1.78</i>	<i>2.33</i>	<i>0.497</i>	<i>0.76</i>	<i>21.36</i>
<i>RQR4</i>	<i>60</i>	<i>2.76</i>	<i>2.18</i>	<i>3.00</i>	<i>0.499</i>	<i>0.73</i>	<i>28.89</i>
<i>RQR5</i>	<i>70</i>	<i>2.90</i>	<i>2.56</i>	<i>3.58</i>	<i>0.497</i>	<i>0.72</i>	<i>37.30</i>
<i>RQR6</i>	<i>80</i>	<i>3.09</i>	<i>2.98</i>	<i>4.28</i>	<i>0.506</i>	<i>0.70</i>	<i>45.69</i>
<i>RQR7</i>	<i>90</i>	<i>3.27</i>	<i>3.48</i>	<i>5.19</i>	<i>0.499</i>	<i>0.67</i>	<i>54.79</i>
<i>RQR8</i>	<i>100</i>	<i>3.36</i>	<i>3.93</i>	<i>5.89</i>	<i>0.501</i>	<i>0.67</i>	<i>63.47</i>
<i>RQR9</i>	<i>120</i>	<i>3.75</i>	<i>5.00</i>	<i>7.27</i>	<i>0.500</i>	<i>0.69</i>	<i>82.80</i>
<i>RQR10</i>	<i>150</i>	<i>4.40</i>	<i>6.54</i>	<i>9.33</i>	<i>0.498</i>	<i>0.70</i>	<i>111.93</i>

TEŐEKKÜRLER