

HAVA KERMAYA DAYALI
SUDA ABSORBE DOZ TAYİNİ
IAEA RAPOR 277

DOÇ. DR. İSMAİL ÖZBAY
İ.Ü.ONKOLOJİ ENSTİTÜSÜ

Kullanıcıda Suda Absorbe Doz Tayini

1. Kullanıcıda suda absorbe doz Bragg-Gray bağıntısı kullanılarak tayin edilir:

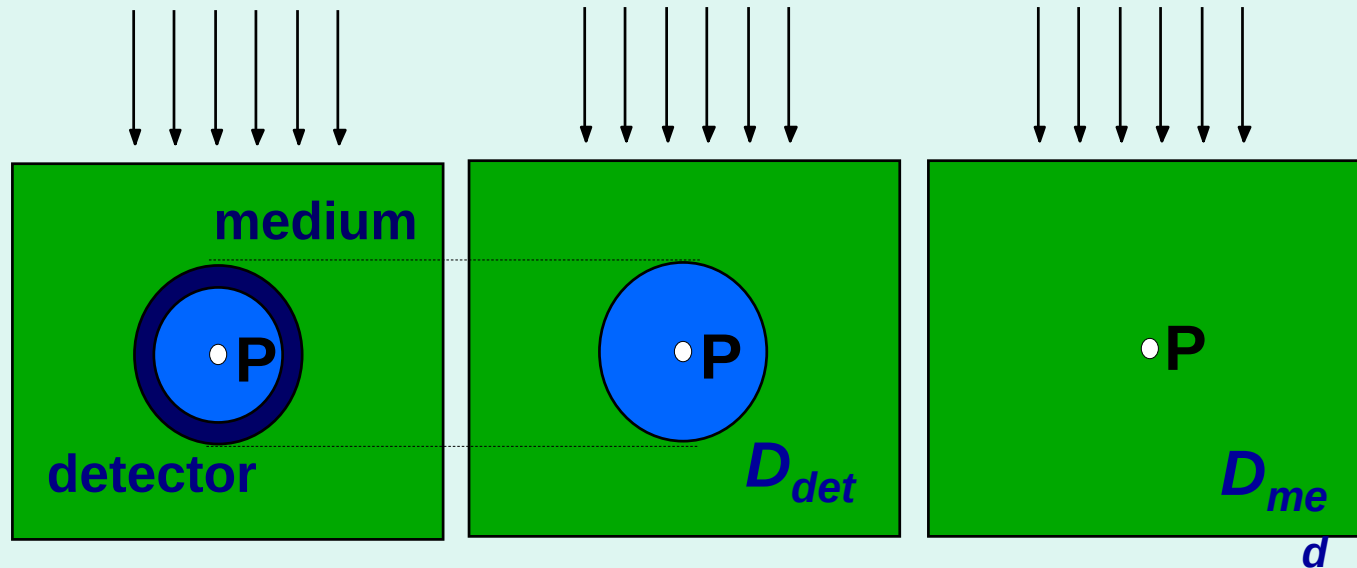
$$D_{w,u} = D_{air,u} (S_{w,u})$$

Kullanılan ion odsı özelliklerine göre ‘perturbasyon faktörü’ (P_u) düzeltmesi yapılır:

$$D_{w,u}(P_{eff}) = D_{air,u} (S_{w,air}) P_u$$

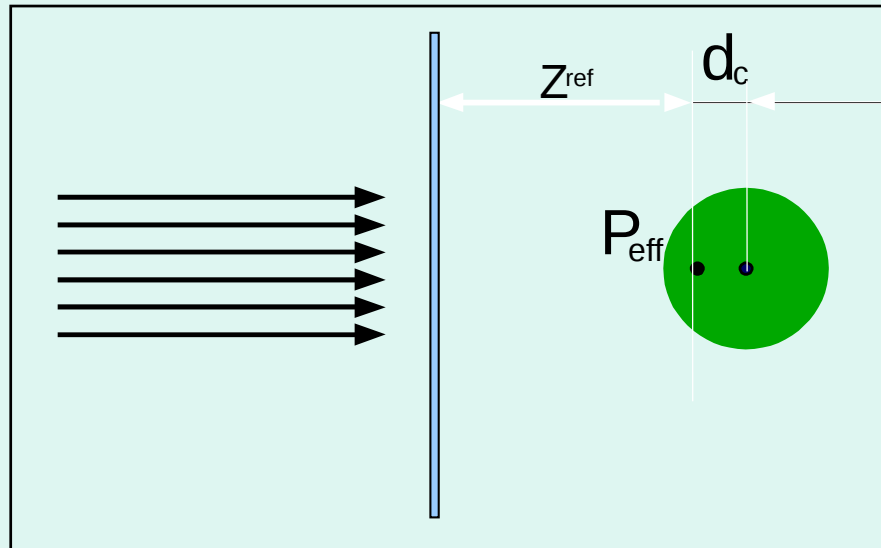
Değerler yerine konursa:

$$D_{w,u}(P_{eff}) = M_u N_D (S_{w,air}) P_u$$



$(N_K \rightarrow N_{D,air}$ Kalibration factor)

$$D_{med} = D_{det} S_{med,det} p_i$$

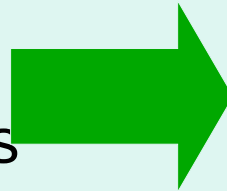


P_{eff} is positioned at the reference depth

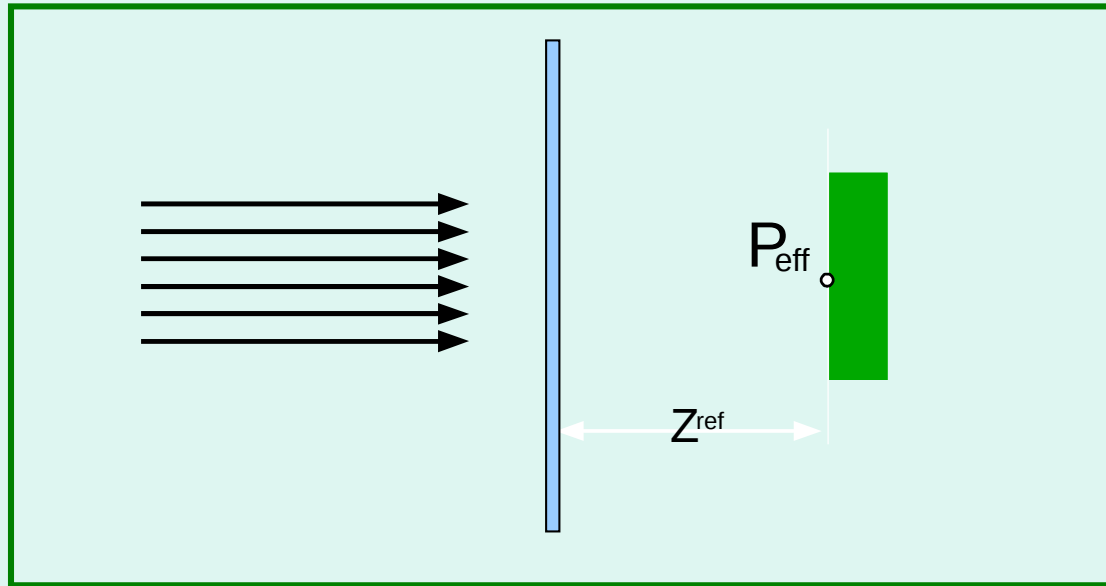
z_{ref}

The shift d_c of P_{eff} to the chamber centre

- $0.5 r_{\text{cyl}}$ for ^{60}Co beams
- $0.75 r_{\text{cyl}}$ for photons
- $0.5 r_{\text{cyl}}$ for electrons



Updated TRS-277 (1997):
 $0.6 r_{\text{cyl}}$ for all photon beams



For a pp-chamber P_{eff} is in the front of the air cavity.

- $D_{\text{air},c} = M_c \quad N_{D,c} = K_{\text{air},c} (1-g) k_{\text{att}} k_{\text{am}}$

$$K_{\text{air},c} = M_c N_K$$

$$N_{D,c} = N_K (1-g) k_{\text{att}} k_{\text{am}}$$

$$N_{D,c} = N_{D,u} = N_D$$

$$N_{D,c} = N_K(1-g) k_{att} k_{am}$$

- $N_{D,c}$ = İon odasındaki havada absorbe doz kalibrasyon faktörü
- N_K = SSDL'den sağlanan hava kerma kal. Fak.
- g = Havada frenlenmeden dolayı enerji kaybı (SSDL'de kullanılan ışın kalitesi için, Co-60=0.3%)
- k_m = Kalibrasyon kalitesinde build-up kep ve ion odası nın hava eşdeğeri olmayan kısmı için düzeltme fak.
- k_{att} = Kalibrasyon sırasında ion odası duvarında absorpsiyon ve saçılmadan dolayı azalma miktarı faktörü

DOZİMETRE OKUMALARI DÜZELTMELERİ

- Basınç ve Sıcaklık: $P_{TP} = \frac{(273.2 + T)P_0}{(273.2 + T_0)P}$

Nemlilik: $k_h =$ Kuru hava için 0.997

Polarite etkisi: $M = \frac{M_+ + M_-}{2}$

Rekombinasyon: $P_s = a_0 + a_1(M_1/M_2) + a_2(M_1/M_2)^2$

TPR_{20,10}'a göre Stopping Power ve Referans Ölçü Derinlikleri

TABLE XIII. THE STOPPING POWER RATIO WATER TO AIR ($S_{w,air}$) AT THE REFERENCE DEPTHS AS A FUNCTION OF THE PHOTON BEAM QUALITY (Andreo et al. [82])

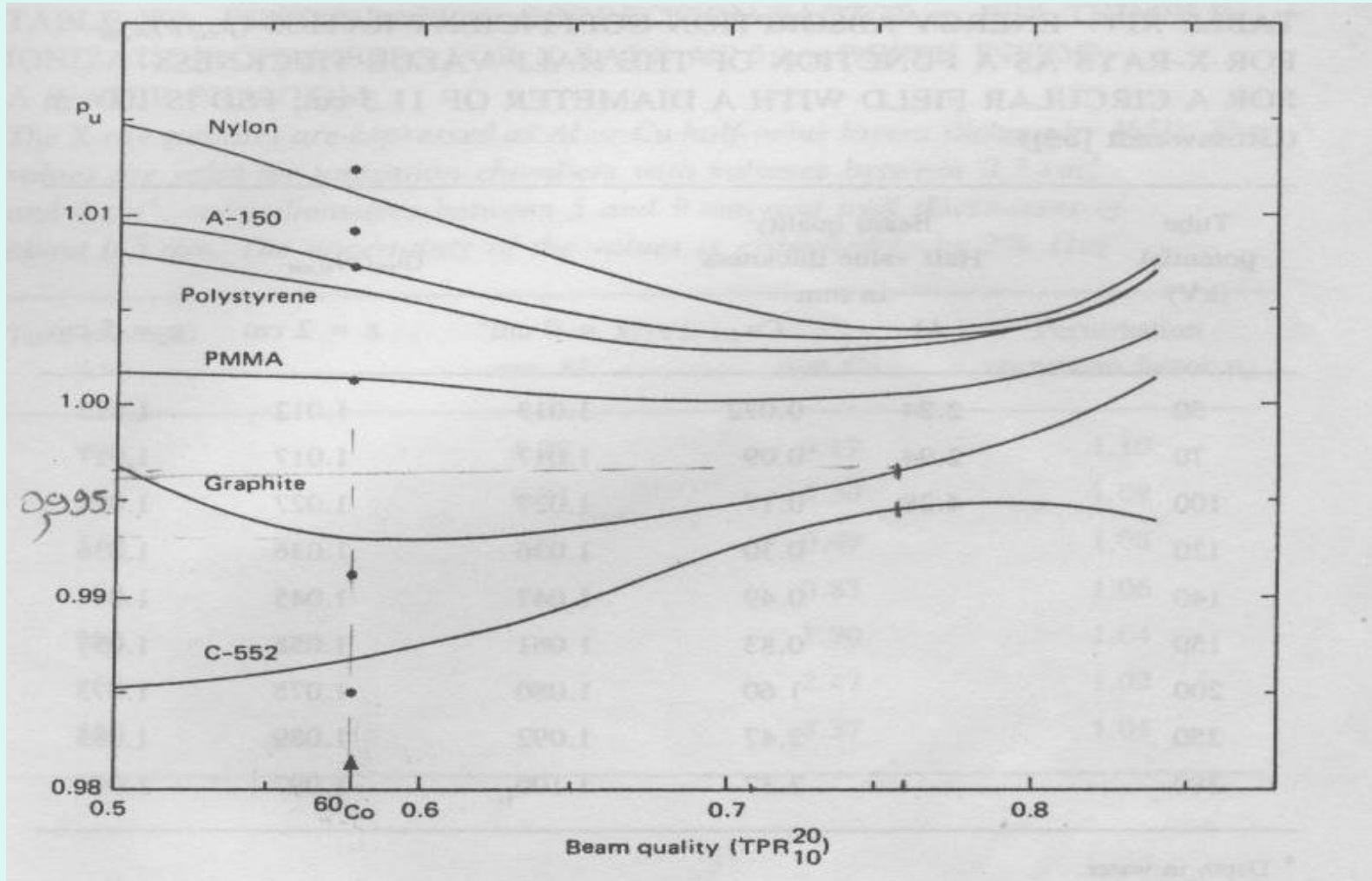
Beam quality	$S_{w,air}$	Ref. depth (cm)
TPR ₁₀ ²⁰ D_{20}/D_{10} ^a		
0.50	0.44	5
0.53	0.47	5
0.56	0.49	5
0.59	0.52	5
0.62	0.54	5
0.65	0.56	5
0.68	0.58	5
0.70	0.60	5
0.72	0.61	10
0.74	0.63	10
0.76	0.65	10
0.78	0.66	10
0.80	0.68	10
0.82	0.69	10
0.84	0.71	10
Cs-137	1.136	5
Co-60	1.133	5

^a At SSD = 100 cm: obtained from TPR₁₀²⁰ by a fit to experimental data.

P_u FAKTÖRLERİ

- $P_u = P_{cav} P_{wall} P_{cel}$
- P_{cav} : İon odası kavitesi içindeki elektron saçılmalarını düzeltme faktörü
- P_{wall} : Medium eşdeğeri olmayan ion odası duvarı için düzeltme faktörü
- P_{cell} : İon odası merkezi Elektrot etkisi

FOTON HUZMELERİ İÇİN PERTURBASYON FAKTÖRLERİ



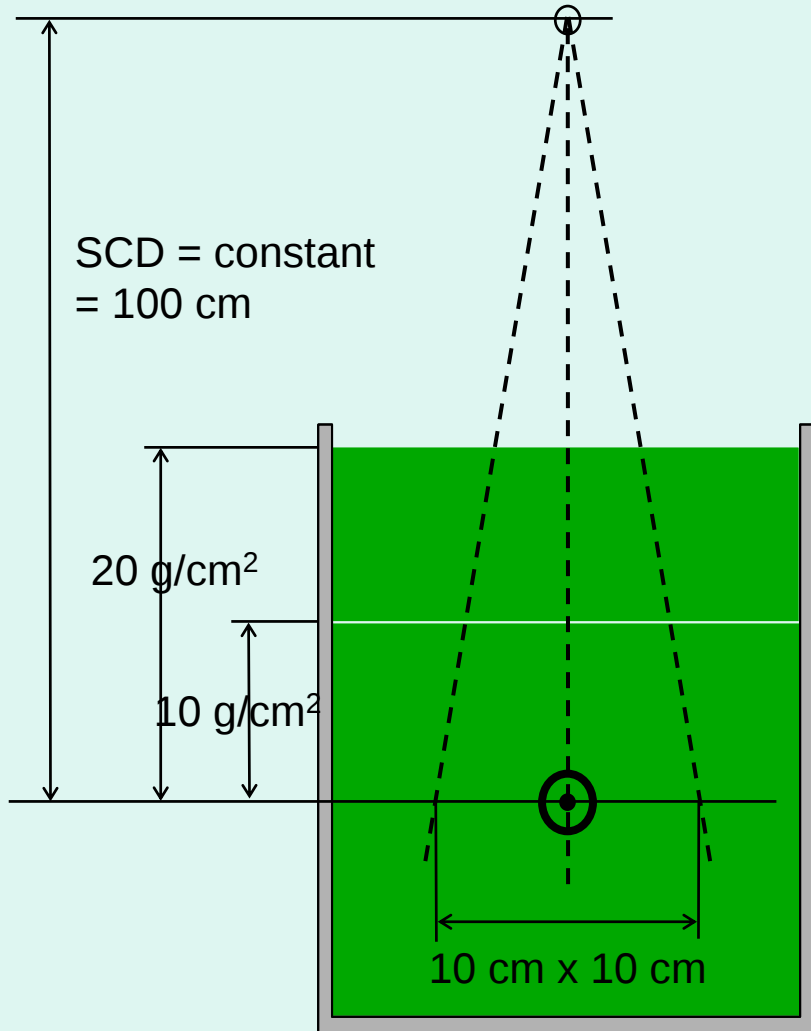
ELEKTRON HUZMELERİ İÇİN PERTURBASYON FAKTÖRLERİ

E_z	r= 1.5 mm	r= 2.5 mm	r= 3.5 mm
4	0.981	0.967	0.955
6	0.984	0.974	0.963
8	0.988	0.980	0.971
10	0.991	0.984	0.978
12	0.993	0.988	0.984
15	0.995	0.992	0.989
20	0.997	0.995	0.994

HUZME KALİTELERİ

- Foton Huzmeleri: $\text{TPR}_{20,10}$ (Alternatif $D_{20,10}$)
 - Co-60: 1.25 MeV enerjisi (TPR kullanılmaz)
 - Elektron Huzmeleri: Fantom yüzeyindeki ortalama enerji, E_0
- Düşük enerji X ışınları: KV, HVL

Beam Quality: determination of $TPR_{20,10}$

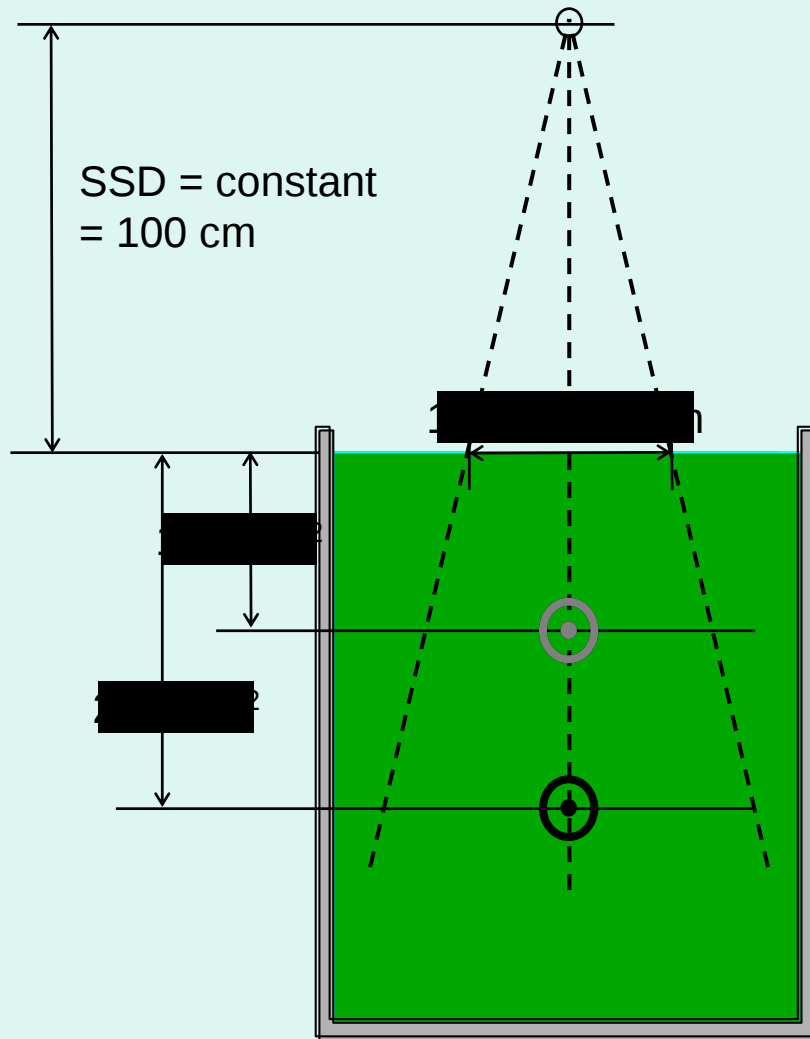


$$\Rightarrow M_{10}$$

$$\Rightarrow M_{20}$$

$$TPR_{20,10} = \frac{D_{20}}{D_{10}} \approx \frac{M_{20}}{M_{10}}$$

Beam Quality: determination of $\text{TPR}_{20,10}$



$$\Rightarrow M_{10}$$

$$\Rightarrow M_{20}$$

$$PDD_{20,10} = \frac{D_{20}}{D_{10}} \approx \frac{M_{20}}{M_{10}}$$

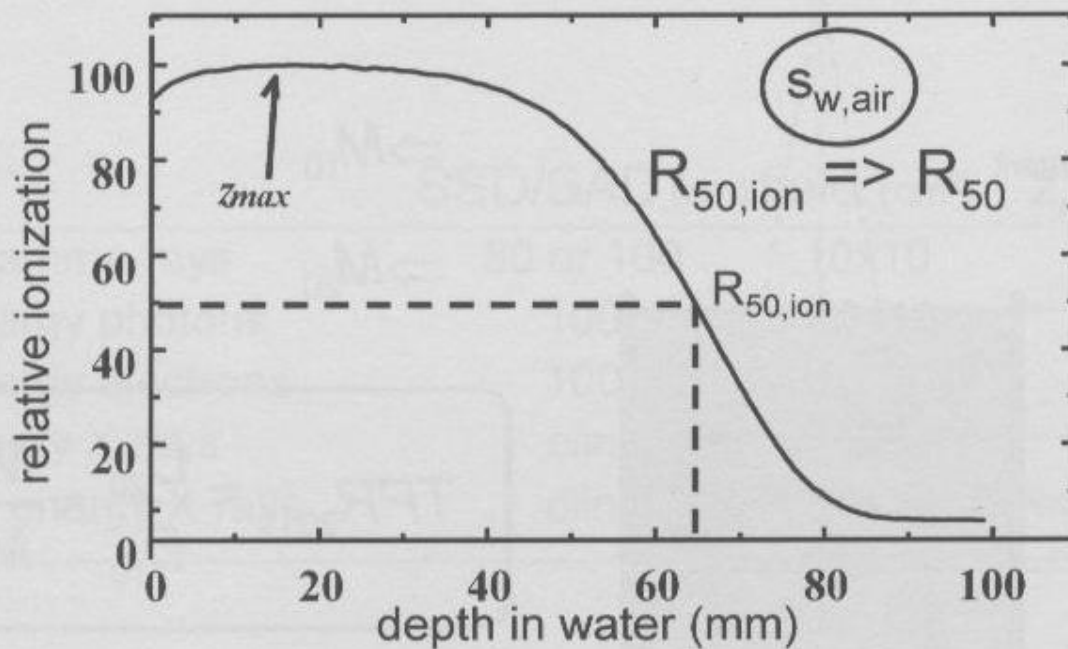
$$\text{TPR}_{20,10}$$

$$= 1.2661 PDD_{20,10} - 0.0595$$

ELEKTRON HUZME KALİTESİ, E_0

$$E_0 = 2.33 R_{50}$$

Beam Quality, Electrons:
determination of $\bar{E}_0 = 2.33 R_{50}$



SSD = 100 cm, large field size

International Atomic Energy Agency



Co-60 cihazlarında Absorbe Doz Ölçümü

- Huzme ve Setup Bilgileri:

Tedavi cihazı: Theratron 80, Co-60

Fantom : Su

Eff. Ölçü noktası derinliği: 5 cm

SSD 80 cm.de Alan : 10x10 cm

İon odası bilgileri

İon odası: NE 2505/3A, No.4075, grafit duvarlı

$N_D = 0.888 \times 10^{-2}$ Gy/sapma($p_0 = 101.3 \text{ kPa}$, $T_0 = 20^\circ \text{C}$)

R.H.= %50, Polarizasyon Voltajı: -250

- Elektrometre okumaları düzeltmeleri:

Okuma: $M_u^0 = 76.43$ sapma/dak.

$P = 100.7$ kPa, $T = 23.8^\circ\text{C}$ $P_{TP} = 1.019$

Nemlilik, $k_h = 1.000$

Rekombinasyon: $V_1 = 250$ V, $V_2 = 83.3$ V

$M_1/M_2 = 1.001$ $p_s = 1.00$

$M_u = 76.43 \times 1.019 \times 1 \times 1 = 77.88$ sap/dak

Suda Absorbe Doz

- $S_{w,air} = 1.133$ $P_u = 0.991$
- $D_w(P_{eff}) = 77.88 \times 0.888 \times 1.133 \times 0.991$
 $= 77.65 \times 10^{-2} \text{ Gy/dak}$

Elektron Huzmeleri Absorbe Doz Ölçüsü

Tedavi cihazı: Sagittare

Nominal enerji: 19 MeV

Efektif ölçü derinliği: 3 cm

Alan: 10x10 cm, SSD: 100 cm

Hızlandırıcı doz hızı: 200 MU/dak

İon odası:

Model: NE 2505/3A, seri no: 4075

İç çapı: 3.14 mm, grafit duvarlı

- $N_D = 0.888 \times 10^{-2}$ Gy/sapma, pol.vol= -250V
- Elektrometre okumaları

$$M_u^0 = 0.9976 \text{ sapma/mu}, \text{ MU} = 200 \text{ mu}$$

$$P = 100.3 \text{ kPa}, \quad T = 24.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{TP} = \frac{P_0(273.2 + T)}{P(273.2 + T_0)} = 1.025$$

$$V_1 = 250 \text{ V}, \quad V_2 = 83.33 \text{ V}, \quad M_1/M_2 = 1.095 \quad k_h = 1, \quad h_m = 1$$

$$\text{Mu} = 1.078 \text{ sapma/mu}$$

Suda absorbe doz

- SSD=1m.de ölçülen absorbe doz eğrisinden

$$R_{50}=7.4 \text{ cm}, \quad R_p=9 \text{ cm}$$

$$E_{p0}= 0.22 + 1.98 R_p + 0.0025 + R_p^2$$

$$E_{p0}= 18.24 \text{ MeV}$$

$$E_0 = 17.56 \text{ MeV (tablo IV)}$$

$$z/R_p= 0.333, \quad E_z/E_0=0.596 \text{ (tablo V)}$$

$$z= 3 \text{ cm.de } E_z= 10.47 \text{ MeV}$$

$$S_{w,air}= 0.999 \text{ (tablo X)}$$

$$P_u= 0.981 \text{ (tablo XI)}$$

- $D_W(P_{\text{eff}}) = M_u D_D \text{ Sw,air } P_U$

$$D_W(P_{\text{eff}}) = 0.938 \times 10^{-2} \text{ Gy/mu}$$

Yüksek Enerji Foton Huzmeleri Absorbe Doz Ölçüsü

- **Tedavi Cihazı: Satürn 42**

Enerji: 15 MV foton

Suda ölçü derinliği: 10 cm ($z_{\text{eff}}-z_p=0.75r$)

Alan: 10 x 10 cm, SSD= 100 cm

İon odası: NE 2505/3A N0.4075

iç çapı: 3.14 mm, grafit duvarlı

$N_D=0.888 \times 10^{-2}$ Gy/sapma($P_0=101.3\text{kPa}$, $T_0=20^0$)

Pol.V.: -250 V

- Elektrometre Okuması
1.01 sapma/mu

$$P = 100.3 \text{ kPa}, T = 24.3^{\circ} \text{ C}$$

$$P_{TP} = \frac{P_0(273.2 + T)}{P(273.2 + T_0)} = 1.025, k_h:1, p_s=1$$

$$M_u = 1.0352 \text{ sapma/mu}$$

- $\text{TPR}_{20,10} = 0.762$, $S_{\text{w.air}} = 1.099$, $P_u = 0.997$

$$\begin{aligned} D_w(P_{\text{eff}}) &= 1.0352 \times 0.888 \times 10^{-2} \times 1.099 \times 0.997 \\ &= 1.0072 \times 10^{-2} \text{ Gy/mu} \end{aligned}$$