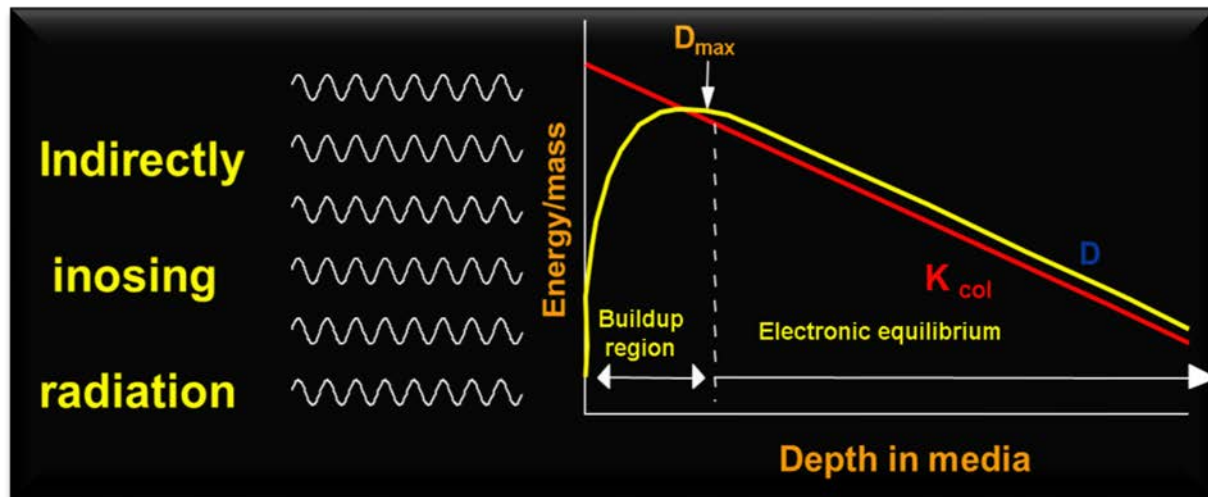


جـلسـه چهارم

به نام خدا

رابطه Dose و Kerma و تعادل الکترونیکی:



در این نمودار محور افقی عمق است. یک دسته فوتون وارد یک ماده شده است. این نمودار چگونگی تغییرات دوز و کرما را با تغییر عمق نشان می دهد.

معمولا دوز را با d و عمق را با D نشان می دهند.

منحنی قرمز کرما را نشان می دهد، همانطور که می دانید کرما انتقال انرژی از فوتون به الکترون است. با فرو رفتن فوتون در عمق کرما کاهش می یابد، چون هر چه به عمق می رویم مقدار فوتون ما کاهش می یابد بنابراین انتقال انرژی به الکترون هم کاهش می یابد.

منحنی زرد دوز را نشان می دهد، همانطور که می دانید دوز انتقال انرژی از الکترون به محیط است. از عمق صفر (سطح) ابتدا زیاد شده تا به یک حداکثر برسد به این عمق، عمق max دوز می گویند یعنی عمقی که دوز در آن نقطه به max می رسد. بعد از این دوز مانند کرما کاهش پیدا می کند.

برای تولید هر یک جفت الکترون حدود 33ev انرژی لازم است، مثلا اگر انرژی فوتون 1Mev باشد باید حدودا 30000 یونیزاسیون انجام دهد تا الکترون ها تولید شوند، امکان اتفاق چنین چیزی در سطح نیست، بنابراین الکترون ها پس از طی مسافت مشخصی انرژی خود را به محیط واگذار می کنند. به همین دلیل در ابتدا چون تولید الکترون رفته رفته افزایش می یابد، دوز نیز با افزایش عمق زیاد می شود تا به یک حداکثر برسد، بعد از این حداکثر چون با کم شدن فوتون اولیه میزان تولید الکترون نیز کاهش می یابد بنابراین انتقال انرژی از الکترون به محیط (دوز) کاهش می یابد.

این اتفاقات را در 4 مرحله خلاصه می کنیم:

جـلسـه چهارم

- 1- در مرحله اول دسته فوتون های پر انرژی در برخورد به ماده (فانتوم یا مریض) الکترون ها را از سطح و لایه های زیرین جدامیکنند .
- 2- در مرحله دوم الکترون ها پس از طی مسافت مشخصی انرژی خود را به محیط واگذار می کنند .
- 3- در مرحله سوم الکترون ها شروع می کنند به دادن انرژی به محیط ، تا اینکه به یک حداکثری می رسد .
- 4- در مرحله چهارم پس از این عمق (D_{max}) به دلیل کاهش تعداد فوتون ها و در نتیجه الکترون های تولید شده دوز کاهش می یابد .
همانطور که در نمودار هم مشخص شده است به منطقه ای که دوز در آنجا با افزایش عمق افزایش می یابد Build up می گویند که منطقه بسیار مهمی است .

انرژی فوتون مهم ترین عاملی است که عمق Build up را تعیین میکند

در منطقه Build up تعادل الکترونی نداریم . چون الکترون باید به مسافتی را طی کند تا انرژی خود را به محیط واگذار کند .

Build-up effect

Result of the forward direction of secondary electrons

they deposit energy down stream from the original interaction point

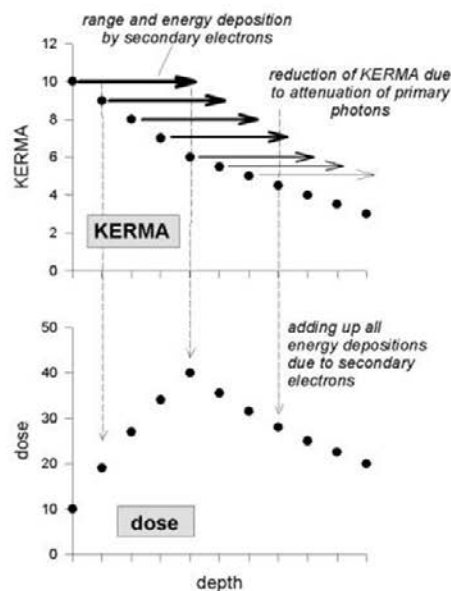
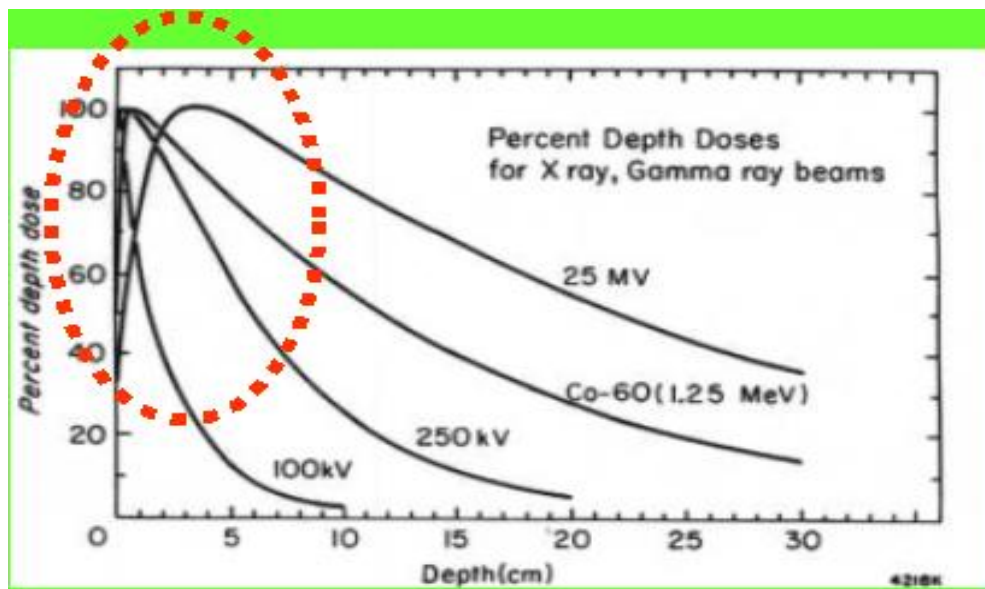


Figure 6: On the build-up in photon beams

جلسه چهارم

Build up انرژی 100 keV تقریباً صفر است ، به همین دلیل فقط برای سرطان پوست استفاده می شود .

Build up انرژی 250 keV کمی بیشتر است و تا عمق 3 cm را می تواند درمان کند .
فوتون 25 MeV کاملاً تا عمق 20 cm فرو می رود ، در عمق 20 cm سی درصد انرژی اولیه را دارد . مثلاً اگر 1 Gy دوز به بیمار بدهیم میزان این دوز در عمق 20 cm ، 0.3 Gy است .



Build up Region :

- Clinically important as all radiation beam in external radiotherapy go through the skin .

این منطقه از نظر بالینی بسیار مهم است چون تمام بیم های تابشی در رادیوتراپی اکسرنال از پوست می گذرند .

- Is reduced in large field size and oblique incidence and when trays are placed in the beam.

پس عوامل موثر در اندازه build up بعد از انرژی فوتون ، 3 عاملی است که زیر آنها خط کشیده شده است .

هرچه فیلدسایز بزرگتر به دلیل افزایش پراکندگی اندازه منطقه build up کوچکتر .

استفاده از tray هم به دلیل تولید الکترون های ثانویه اندازه این منطقه را کوچکتر می کند . از tray هم در مواردی استفاده می کنند که می خواهند به قسمتی از بدن در حین درمان اشعه نخورد . جنس tray سربی است .

جلسه چهارم

- Can be avoided by the use of **bolus** on the patient if skin or scar shall be treated.

برای درمان پوست یا اسکار ، پوست هدف است و ما می خواهیم خود پوست حداکثر دوز را دریافت کند در این حالت می توان با استفاده از وسیله ای به نام بلوس که جنسی مشابه بافت های بدن دارد ، حداکثر دوز را روی پوست تنظیم کرد.

(رابطه اکسپوژر و دوز) From exposure to Dose

Exposure

- Only defined in air
- "first impact " quality

این کمیت براساس اولین اثر تعریف می شود ، این اثر روی هوای اطراف است قبل از اینکه اشعه به بدن بیمار برسد .

Dose

- Can be defined in any medium using stopping power ratios
($\frac{dE}{dL}$ = ضریب توان توقف)
- Can be derived from exposure using W/e .

W/e برابر است با انرژی که لازم است برای ایجاد یک یونیزاسیون.
یعنی ما می توانیم دوز را از این روش هم به دست بیاوریم . که عدد 33 ev را در تعداد الکترون هایی که از الکترومتر خوانده ایم ضرب کنیم و دوز اولیه را بیابیم .

Absorbed Dose

- Energy deposited in matter (انرژی که به محیط واگذار می شود)

- $D = \frac{E}{m}$ (1 Gy = 1 j/kg)

- The unit related to effects in matter .

این واحد به اثری که اشعه روی ماده می گذارد بستگی دارد .

جـلسـه چـهارم

- Not necessarily a straight forward relationship to the intensity of the radiation beam .
دوز رابطه مستقیم و سرراستی با شدت پرتو تابشی (تعداد فوتون) ندارد .

Definition : energy imparted by ionizing radiation to material of mass m at a point .

$$D = \frac{E}{m} \quad \text{Units} = \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} = \text{Gy}$$

$$\text{Rad} = 100 \text{ erg/gr}$$

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$$

Relationship: $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rads}$

$$1 \text{ cGy} = 1 \text{ rad}$$

***1Gy is a relatively large quantity**

- Radiotherapy dose $> 1 \text{ Gy}$
- Dose from diagnostic radiology typically $< 0/001 \text{ Gy}$
- annual background radiation (تابش سالیانه زمینه) due to natural radiation [terrestrial (مواد رادیواکتیو طبیعی مربوط به خاک و...), cosmic (پرتوهای کیهانی), due to internal radioactivity (بعضی از موادی که داخل بدن اند اشعه تولید می کنند), radon,...] about $0/002 \text{ Gy}$

Dose Rate

*دوز در واحد زمان

$$D \bullet = \frac{D}{t} \quad \text{SI Unit} = \frac{\text{Gy}}{\text{min}}$$

$$\dot{D} = \frac{D}{t} \quad \text{SI unit: Gy/min or cGy/min}$$

جلسه چهارم

*آهنگ واگذاری دوز در واحد زمان را نشان می دهد .

*اشعه ها با دوز ریت های متنوع اثرات رادیوبیولوژیکی متفاوتی دارند .

Absorbed Dose Properties:

- برای همه انواع radiation قابل استفاده است
- برای همه مواد و انرژی ها قابل استفاده است .
- پاسخ تابش را در هر محیطی مشخص می کند .
- مقدار دوز جذبی کمیتی است که در رادیوتراپی نسخه را بر اساس آن می دهند .
- کمیتی است که با آن آسیب تابش را به بافت های نرمال هم می توانیم حساب کنیم .

- Applies to any type of ionising radiation
- Applies to all radiation energies and all materials
- Determines the radiation response of any materials
- Current quantity of prescribing radiation to the tumour
- A quantity for predicting the radiation damage to normal tissues

