

## جلسه دوم

به نام خدا

در جلسه گذشته از واژه های شار و شار انرژی برای توصیف بیم انرژی استفاده کردیم . اندازه گیری این دو کمیت عملاً با دستگاه های معمولی خیلی سخت است به همین دلیل برای شناسایی اشعه ما اثرات آن را روی ماده اندازه گیری می کنیم ، پس نیازمند کمیت دیگری هستیم .

روش دوم برای توصیف بیم تابشی :

این روش ، روشی غیر مستقیم است. وقتی اشعه با ماده برهم کنش می کند باعث یونیزاسیون شده و در نتیجه الکترون های ثانویه را به حرکت وادار می دارد، از طریق این برهم کنش ما تعداد زیادی یون و الکترون خواهیم داشت . با شمارش یون های ایجاد شده ما می توانیم به ربط انرژی و گذار شده به محیط و ایجاد این یون ها پی ببریم .

برای تعریف کمیت بعدی به جای اینکه از خود شار و انرژی آن استفاده کنیم از اثری که اشعه روی ماده می گذارد استفاده می کنیم .

مهم ترین و عام ترین دوزیمتر اتاقک یونیزاسیون است که اثر اشعه را در ایجاد یونیزاسیون بررسی می کند .

Exposure :

به طور کلی به معنای تابش است ولی دارای یک معنای خاص هم می باشد ، در معنای خاص اکسپوژر یک کمیت است .

اگر محیط هوا باشد و ما در حال جمع آوری و شمارش جفت یون های تولیدی باشیم، در این حالت می گوییم در حال اندازه گیری اکسپوژر هستیم . پس اکسپوژر مربوط به شمارش تعداد بار در محیط هوا می باشد .

- If the medium is AIR and we're collecting ION PAIRS and counting CHARGE only then we are measuring EXPOSURE

$$X = \frac{Q}{m}$$

Units:  $C \cdot kg^{-1}$ , R

X=Q/m اکسپوژر

رونتگن Unit=C/kg=R

Kg: در اینجا جرم 1 کیلوگرم هواست.

## جلسه دوم

در واحد رونتگن بار بر حسب esu می باشد،

$$1\text{esu}=3.33\times 10^{-10}\text{C}$$

و m جرم 1 سی سی هوا در شرایط استاندارد می باشد

Q الکترونی است که در جرم هوا تولید شده و در همان

جرم انرژی خود را واگذار کرده و متوقف می شود.

تبدیل واحدها :

$$1\text{R}=2.58\times 10^{-4}\text{ X}$$

$$1\text{X}=3876\text{ R}$$

Q is the total charge of the ions (of one sign) produced when all the electrons liberated by photons in air of mass m are completely stopped in m.

SI Unit:

Coulomb per kilogram (C/kg)

Special Unit: Roentgen (R)

**Exposure:** a measure of photon beam energy available for ionization

## جسہ دوم

***Exposure: a measure of photon beam energy available for ionization***

$$X - \text{unit [SI]} = \frac{\text{charge in coulombs}}{\text{mass of air in kg}}$$

$$\text{Roentgen [older]} = \frac{\text{charge in esu}}{\text{mass of air [of 1 cc]}}$$

$$3.33 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$0.001293 \text{ g @ STP}$$

$$[0^\circ \text{C} = 273\text{K}, 760 \text{ mm Hg}]$$

$$1\text{R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ X}$$

$$1\text{X} = 3876 \text{ R}$$

### • What does it take to ionize matter??

- ~30-40 eV ( 34 eV for air, known as  $W_e$  )
- # of ionizations generated by an MeV entity : LARGE

-چقدر انرژی لازم است که ماده به یون تبدیل شود (یونیزاسیون) ؟ به طور کلی حدود 30-40 الکترون ولت برای انجام یک یونیزاسیون انرژی لازم است ، و به طور دقیق 34 الکترون ولت انرژی برای یونیزاسیون در هوا لازم است . می گویند .  
به طور مثال می گوئیم  
1Mev فوتونی با انرژی 1 باید حدودا 30000 یونیزاسیون انجام دهد تا انرژی اش کاملا تمام شود .

$$1\text{Mev} \div 34 = 30000$$

### • What does it take to ionize matter??

- ~30-40 eV ( 34 eV for air, known as  $W_e$  )
- # of ionizations generated by an MeV entity : LARGE !

## جـ لسه دوم

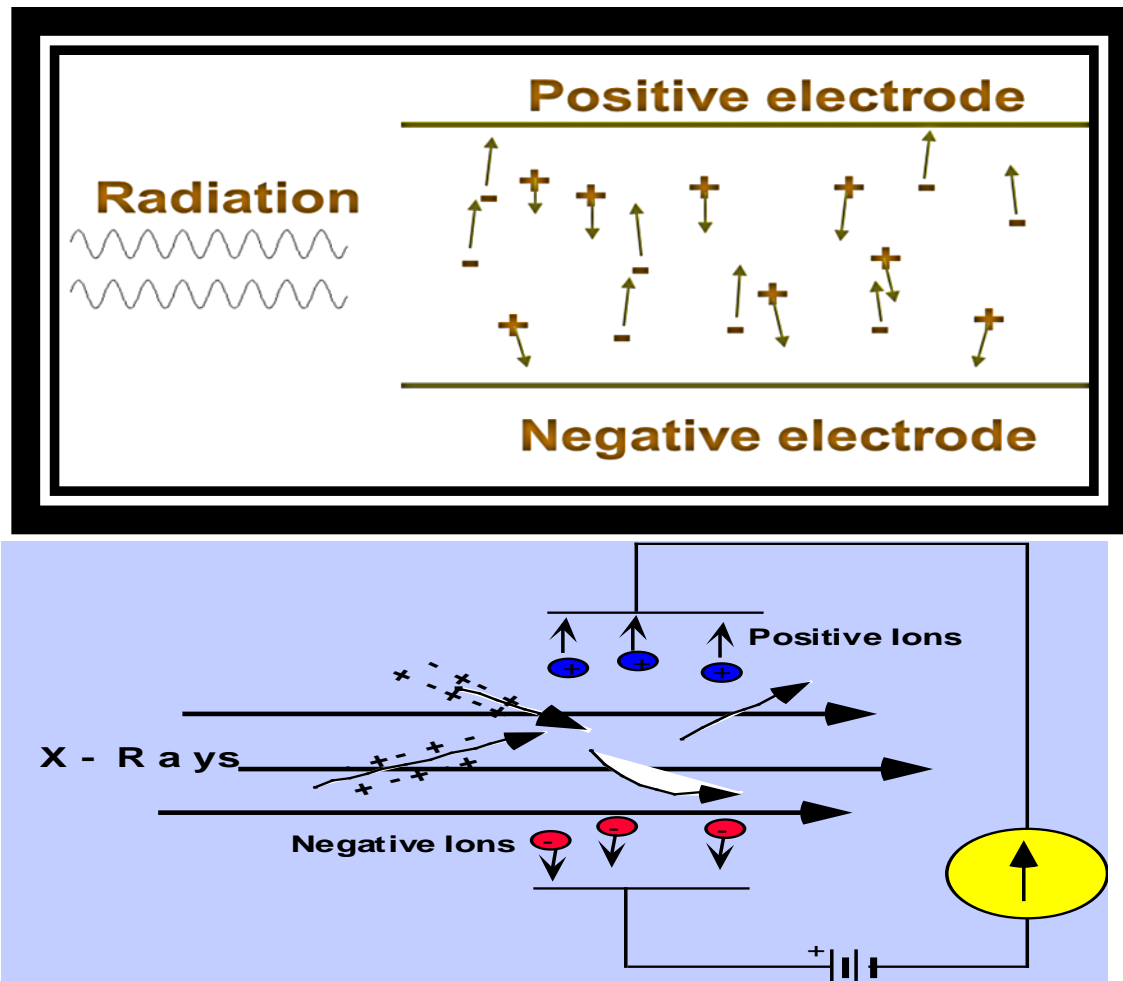
**1 Roentgen will cause production of  $2.58 \times 10^{-4}$  Coulombs of Ionization per kilogram of air**

**اندازه گیری بارها :**

الکترون و یون های ایجاد شده را با استفاده از یک مدار الکتریکی می توان به راحتی و با دقت جمع آوری کرد. به این روش که الکترون ها توسط صفحه مثبت جذب شده و در مدار به حرکت در می آیند و متناسب با تعداد الکترون ها آمپر متر عدد خاصی را نشان خواهد داد. بارهای مثبت هم توسط صفحه منفی جذب شده و در همان جا ثابت می مانند . هرچه اشعه بیشتر و با انرژی بیشتری باشد ، یونیزاسیون بیشتر و در نهایت آمپر متر عدد بیشتری نشان خواهد داد. این روش فقط برای یونیزاسیون در هوا کاربرد دارد ، چون چگالی هوا کم بوده و به راحتی می توان همه الکترون های تولیدی را جمع کرد .

- **Ionization electrons and ions (ion pairs) can be collected using an electric circuit**
- **Using an electric field, it is easy to collect precisely these ion pairs in air because of its low density.**

## جـ لسه دوم



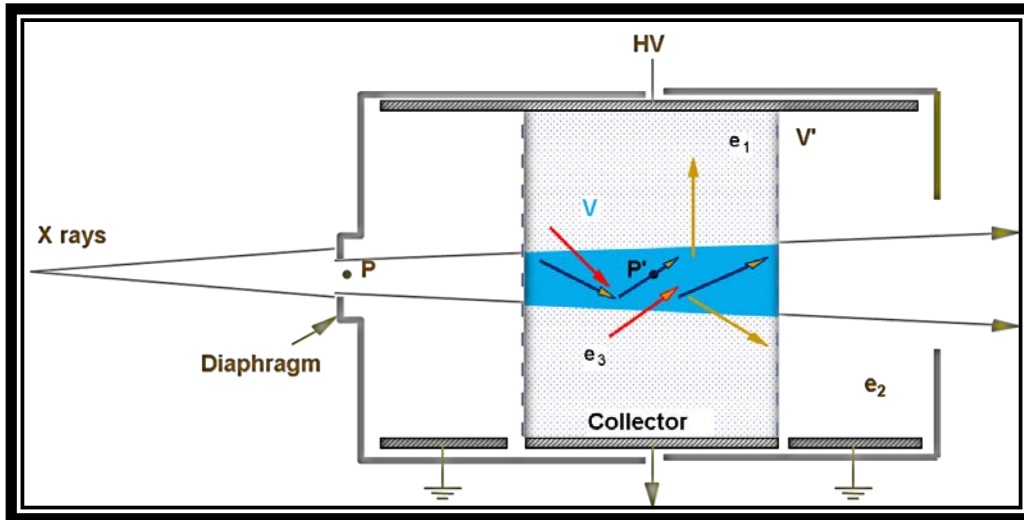
اتاقک استاندارد هوای آزاد :

این اتاقک کاملاً با هوای بیرون در ارتباط است . در پایین این اتاقک صفحه جمع آوری کننده ( قطب مثبت ) قرار دارد ، در طرفین این صفحه 2 صفحه قرار دارد که به زمین وصل بوده و بارهای اضافی را جمع می کنند . بالای اتاقک را هم که کاملاً صفحه ای با بار مثبت می پوشاند . در اتاقک فقط قسمتی که بین صفحه مثبت و منفی قرار دارد مدنظر است . اشعه ایکس از یک سمت وارد می شود . الکترون های مختلفی تولید می شوند . در قسمتی که تحت تابش مستقیم اشعه قرار دارد ، بعضی از الکترون ها در بیرون تولید شده و در داخل جذب می شوند ، بعضی از الکترون ها داخل تولید شده و بیرون جذب می شوند و بعضی در داخل تولید شده و در همانجا هم جذب می شوند . اگر الکترون های حالت اول و دوم با هم برابر باشند می گوییم تعریف اکسپوزر برقرار است . تعادل برقرار است .

**Exposure measurement: Free-air chamber**

**Standard chamber used in national calibration laboratories**

## جـ لسه دوم



زمانی این حالت رخ می دهد که الکترون طول و مسافت

کافی داشته باشد تا تمام یونیزاسیون خود را در آن مسافت انجام دهد.

- **electronic equilibrium (loss = gain)**
- **"primary", "gold-standard" measurement**
- **may get bulky or impractical**

میگویند

به این اتاقک ، اتاقک یونیزاسیون اولیه یا primer

### Points of ponder :

- اندازه تعداد دسته فوتون بستگی به قدرت یونیزاسیون دسته فوتون دارد .
- شار انرژی متناسب است با اکسپوژر . چون هرچه تعداد و انرژی فوتون ها بیشتر باشد یونیزاسیون بیشتری رخ داده و بنابراین الکترون بیشتری تولید می شود .
- ترکیب عناصر در هوا مشابه بافت زنده است .
- در عمل اکسپوژر نمی تواند برای انرژی های بالای 3 Mev

استفاده شود چون حجم اتاقک خیلی بزرگ می شود

### Points to Ponder:

## جمله دوم

- A measure of the number of photon beams based on their ability to ionize air.
- Energy fluence is proportional to exposure.
- Mixture of elements in air is close to that of living tissues.
- Used principally in radiation safety and diagnostic radiology.
- In practice, exposure cannot be applied for energies larger than 3 MeV as the mass of air required to completely stop electrons is too large.

### Limitation of exposure :

-فقط برای فوتون (ایکس و گاما) قابل استفاده است .

-تاثیر پرتو را فقط در هوا نشان می دهد .

-برای بیم های بالای 3 Mev دقیق نیست.

### *Limitations of Exposure*

---

- Only applies to photons: X and  $\gamma$  rays.
- Only shows the effects in air and not other materials.
- Inaccurate to measure for high energy photon beams due to the long range of the secondary electrons: no electronic equilibrium =

## جسے دوم

ionizations gained is equal to ionizations lost in V.

■ Upper limit at about 3 MeV.

---

---

100 R/min

-خروجی یک ماشین رادیوتراپی کبالت

XXXX !

خروجی دستگاه شتاب دهنده

خروجی این دستگاه قابل تنظیم است .

100 mR/hr

-خروجی رادیولوژی تشخیصی

0.01 mR/hr

-تشعشع زمینه

### **Exposure: typical numbers (exposure rates)**

- Output of a Co-60 radiotherapy machine -- 100 R/min

(at patient treatment distance)

- Output from a linear accelerator -- x x x x x !
- Diagnostic radiology: CT scanner, fluoro mR/hr -- 100
- “Natural” background mR/hr -- 0.01

### • **Exposure - summary**

- Useful to characterize beams before they enter the patient



## جـ لسه دوم

- Concept is easy but limited:
  - Air only
  - Photons only
  - Energies less than 3 MeV in practice
- Used mostly in diagnostic radiology & radiation safety; almost never in radiation therapy

*Need another descriptor for measuring the effect of radiation in living tissue*

