

انتقال خطی انرژی

- سؤال - مقدار LET یک دسته پرتو X در بافت نرم $51 \text{ keV}/\mu\text{m}$ است. اگر انرژی مورد نیاز برای تولید هر جفت یون به طور متوسط 34 eV باشد. تعداد جفت یون های تولید شده در هر میلیمتر از مسیر چقدر است؟

- الف- 15×10^2 ب- 3×10^5
ج- 15×10^5 د- 3×10^7

- پاسخ- ج

$$LET = \frac{E}{l} \Rightarrow 51 = \frac{E}{1000} \Rightarrow E = 51000 \text{ keV} = 51 \times 10^6 \text{ eV}$$

$$\frac{51 \times 10^6}{34} = 15 \times 10^5 \text{ ion pair}$$

انتقال خطی انرژی

- سؤال- مقدار LET یک دسته اشعه X با انرژی متوسط 340 keV در بافتی برابر $13.6 \text{ keV}/\mu\text{m}$ است. حساب کنید این اشعه به طور مستقیم در هر میکرون از بافت چند جفت یون تولید می کند؟

ب- 1000

الف- 400

د- 10000

ج- 2000

$$LET = \frac{E}{l} \Rightarrow 13.6 = \frac{E}{1} \Rightarrow E = 13.6 \text{ keV} = 13600 \text{ eV}$$

$$\frac{13600}{34} = 400 \text{ ion pair}$$

• پاسخ- الف

انتقال خطی انرژی

• سؤال - LET الکترونی $2 \text{ keV}/\mu\text{m}$ است. این الکترون در طول مسیر 7 میلی متری خود در هوا، چند جفت یون تولید می کند؟ (انرژی یونیزاسیون ویژه هوا 35 eV است)

الف - 4×10^3 ب - 4×10^2

ج - 4×10^6 د - 4×10^5

• پاسخ - د

$$LET = \frac{E}{l} = NW \Rightarrow 2 \times 10^3 = N \times 35 \Rightarrow N = 57.143 \text{ ions pair}$$

$$57.143 \times 7000 = 4 \times 10^5 \text{ ions pair}$$

انتقال خطی انرژی

- سؤال- مقدار LET یک دسته الکترون با انرژی 100 keV در یک ماده $6.8 \text{ keV}/\mu\text{m}$ است. اگر طول مسیر الکترون ها به طور متوسط یک سانتیمتر باشد. در هر میکرون از بافت چند جفت یون تولید می کند؟

ب- 2×10^4

الف- 2×10^2

د- 2×10^8

ج- 2×10^6

- پاسخ- الف

$$6.8 = \frac{E}{1} \Rightarrow E = 6.8 \text{ keV} = 6800 \text{ eV}$$

$$\frac{6800}{34} = 200 \text{ ion pair}$$

انتقال خطی انرژی

- سؤال- دز کشنده یا LD₅₀ پرتوی گاما برای انسان تقریباً برابر 4 Gy می باشد. این دز در هر گرم از بافت چه تعدادی اتم یونیزه شده ایجاد می کند؟ (1J=6.25 x 10¹⁸ eV ، انرژی لازم برای هر یونیزاسیون منفرد 34 eV)

ب- 6.24 x 10¹³

الف- 7.35 x 10¹⁴

د- 4.91 x 10¹³

ج- 5.55 x 10¹⁴

پاسخ- الف

$$\frac{1 \text{ Gy}}{4} = \frac{1 \text{ J/Kg}}{x} \Rightarrow x = 4 \text{ J/Kg} = 4 \times \frac{6.25 \times 10^{18}}{1000 \text{ gr}} = 2.5 \times 10^{16} \text{ eV / gr}$$

$$\frac{2.5 \times 10^{16}}{34} = 7.35 \times 10^{14} \text{ ions / gr}$$

اثر بیولوژیکی نسبی

- سؤال - یک راد عبارت است از جذب 100 ارگ انرژی در یک گرم از:
 - الف - آب 4 درجه سانتیگراد
 - ب - هر بافت بیولوژیکی
 - ج - هر ماده
 - د - هوا در شرایط متعارف
- پاسخ - ج

اثر بیولوژیکی نسبی

- سؤال- دز مورد نیاز برای ایجاد یک اثر با تشعشع مورد آزمون 4 راد است. اگر 3 راد اشعه ایکس 250 KVp همان تأثیر را ایجاد کند. RBE تشعشع مورد آزمون چقدر است؟

ب- 0.75

الف- 0.56

د- 1.78

ج- 1.33

- پاسخ- ب

$$\text{RBE} = D_{250}/D_r = 3/4 = 0.75$$

اثر بیولوژیکی نسبی

• سؤال - کدامیک از تعاریف زیر برای راد صحیح است؟

الف - جذب 100 ارگ انرژی در یک گرم از ماده جاذب

ب - جذب یک ارگ انرژی در 100 گرم از ماده جاذب

ج - حاصلضرب Gy در QF

د - حاصلضرب rem در QF

• پاسخ - الف

اثر بیولوژیکی نسبی

- سؤال- تعریف گری برابر است با:
 - الف- جذب 1 ژول انرژی توسط یک گرم از ماده
 - ب- جذب 2 ژول انرژی توسط یک گرم از ماده
 - ج- جذب 1 ژول انرژی توسط یک کیلوگرم از ماده
 - د- جذب 2 ژول انرژی توسط یک کیلوگرم از ماده
- پاسخ- ج

اثر بیولوژیکی نسبی

• سؤال - یک گری برابر است با:

ب- 100 rad

الف- 0.01 rad

د- 0.1 rad

ج- 10 rad

• پاسخ - ب

اثر بیولوژیکی نسبی

• سؤال - RBE پرتوهای هم انرژی زیر به ترتیب از راست به چپ کاهش می یابد.

الف- آلفا ، گاما و نوترون ب- بتا ، گاما و آلفا

ج- آلفا ، نوترون و گاما د- گاما ، بتا و آلفا

• پاسخ- ج به ترتیب 20 ، 10 و 1

اثر بیولوژیکی نسبی

• سؤال- اثر بیولوژیکی نسبی کدام دو دسته از پرتوهای یونساز زیر تقریباً با هم برابر است؟

الف- آلفا و پروتون

ب- نوترون های سریع و کند

ج- پوزیترون و پروتون

د- فوتون های ایکس و گاما

• پاسخ- د

آلفا = 20

پروتون = 10^{-5}

نوترون سریع = 10

نوترون حرارتی = 3

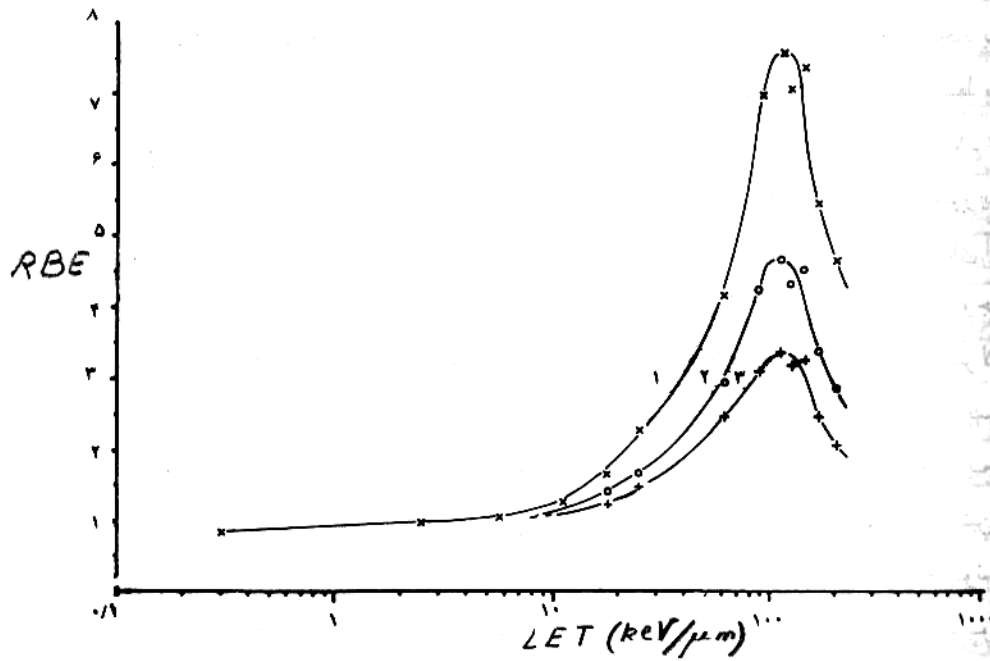
پوزیترون ، الکترون ، بتا ، ایکس و گاما = 1

اثر بیولوژیکی نسبی به عنوان تابعی از انتقال خطی انرژی

- سؤال - با افزایش RBE ، LET می یابد.
 - الف - افزایش
 - ب - تا یک ماکزیمم افزایش
 - ج - کاهش
 - د - تا یک مینیمم کاهش
- پاسخ - ب

اثر بیولوژیکی نسبی به عنوان تابعی از انتقال خطی انرژی

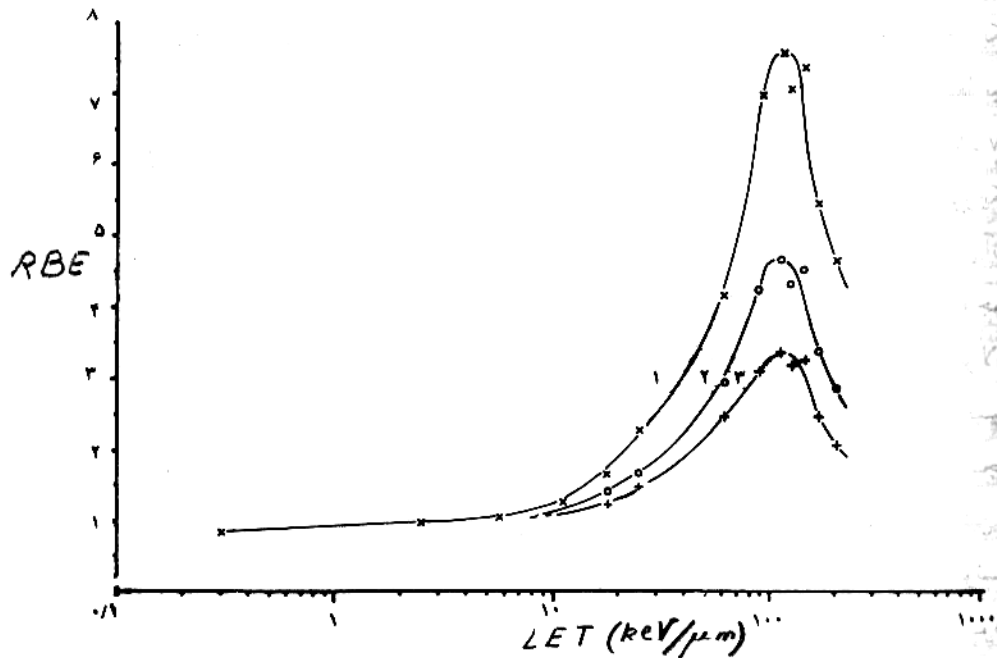
• بر اساس منحنی RBE بر حسب LET، با افزایش LET، در ابتدا RBE به کندی و با افزایش LET بیش از $10 \text{ keV}/\mu\text{m}$ بسرعت افزایش می یابد.



اثر بیولوژیکی نسبی به عنوان تابعی از انتقال خطی انرژی

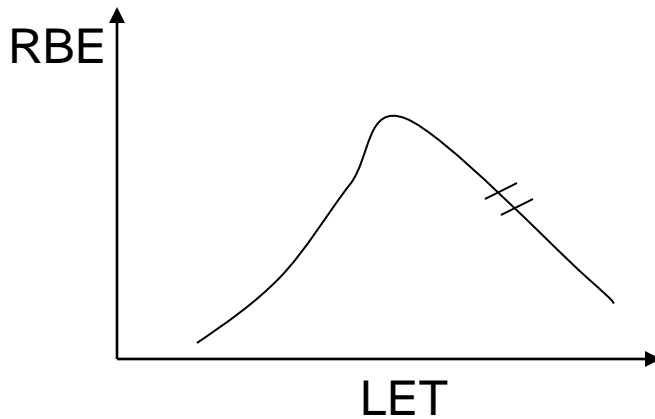
- بین 10 و $100 \text{ keV}/\mu\text{m}$ ، RBE به سرعت افزایش می یابد و در $100 \text{ keV}/\mu\text{m}$ به حداکثر مقدار خود می رسد.

- با افزایش بیشتر LET ، RBE مجدداً کاهش می یابد.



اثر بیولوژیکی نسبی به عنوان تابعی از انتقال خطی انرژی

- سؤال - شکل کلی رابطه RBE و LET بصورت مقابل است. چگونه می توان بخش نزولی منحنی را توجیه کرد؟

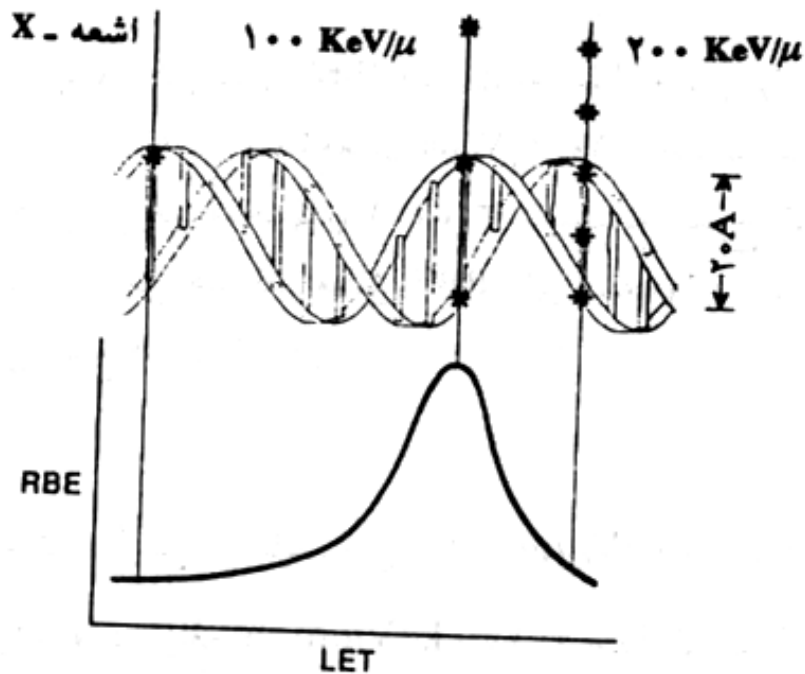


- الف - افزایش توانایی ترمیم سلولی و فرایندهای آنزیمی
- ب - افزایش تعداد آسیب های زیر کشنده و برهم کنش آنها

- ج - تراکم یونیزاسیون بیش از میزان لازم جهت مرگ سلولی می شود
- د - تراکم یونیزاسیون دقیقاً برابر میزان لازم جهت مرگ سلولی است

- پاسخ - ج

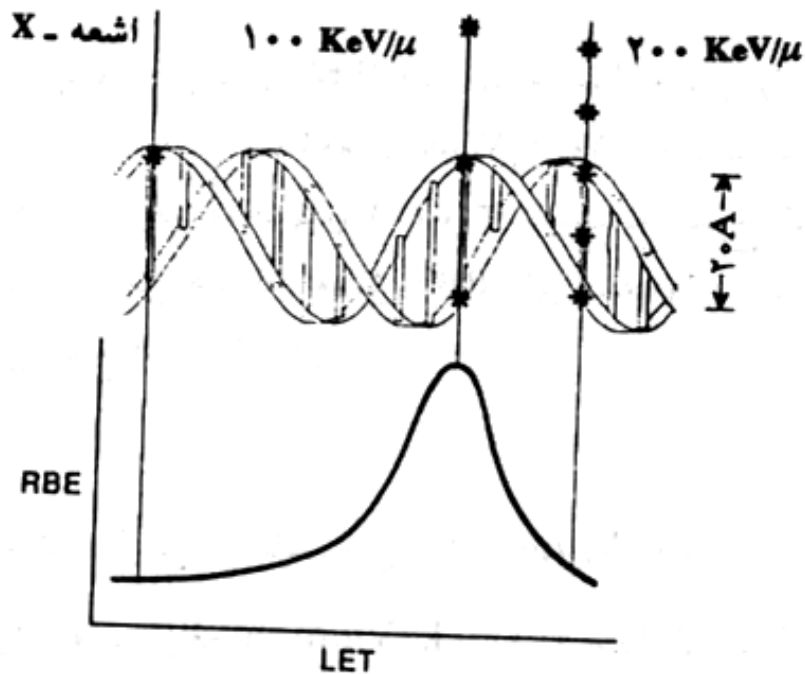
انتقال خطی انرژی مناسب



چرا تشعشع با LET حدود 100 keV/μm از نظر ایجاد یک اثر بیولوژیکی مناسب در نظر گرفته می شود؟

در این چگالی یونیزاسیون ، جدایی متوسط بین وقایع یونیزان حدود اندازه قطر DNA دو زنجیره ای (20 Å یا 2 nm) است.

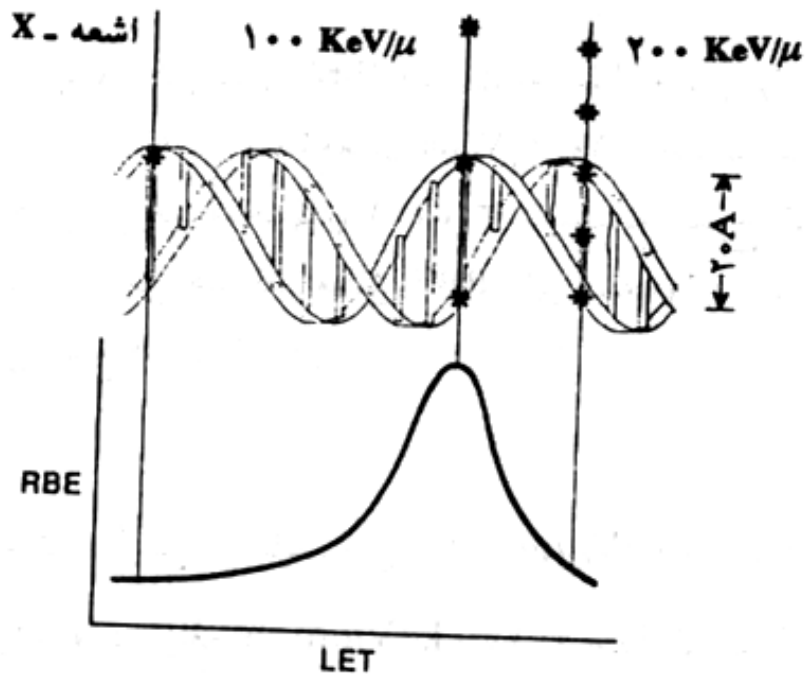
انتقال خطی انرژی مناسب



- تشعشع با این چگالی یونیزاسیون ، دارای بالاترین احتمال ایجاد پارگی دو رشته ای با عبور یک ذره باردار تنها می باشد.

- در مورد اشعه ایکس ، احتمال وجود یک مسیر تنها که یک پارگی دو رشته ای ایجاد کند ، کم است و بیش از یک مسیر لازم است.

انتقال خطی انرژی مناسب



• در نتیجه اشعه ایکس اثر بیولوژیکی کمی دارد.

• پرتوهای یونساز بسیار متراکم تر (با LET حدود $200 \text{ keV}/\mu\text{m}$)، به آسانی پارگی های دو رشته ای ایجاد می کنند اما به علت نزدیکی بسیار وقایع یونیزان به یکدیگر “انرژی تلف” می شود.

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- رابطه بین دز مؤثر و دز جذبی عبارتست از:
 - الف- دز مؤثر حاصلضرب دز جذبی در فاکتور وزنی پرتو است
 - ب- دز مؤثر حاصلضرب دز جذبی در فاکتور وزنی بافت هاست
 - ج- دز مؤثر حاصلضرب دز جذبی در فاکتور وزنی پرتو و فاکتور وزنی بافت هاست
 - د- دز مؤثر همان دز جذبی است

• پاسخ- ج

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال - واحد دز جذبی کدام است؟

الف - اِرگ

ب - راد

ج - رم

د - رونتگن

• پاسخ - ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال - در رادیوبیولوژی rem واحد اندازه گیری چه کمیتی است؟
 - الف - مقدار اکسیوژر
 - ب - مقدار دز جذبی
 - ج - مقدار دز معادل
 - د - مقدار شدت اشعه
- پاسخ - ج

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال- در رادیوبیولوژی ، Gray واحد اندازه گیری چه کمیتی است ؟

ب- دز جذبی

الف- مقدار اکسیوژر

د- دز معادل

ج- حساسیت فیلم

• پاسخ- ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال - واحد دز هم ارز (معادل) کدام است ؟

الف - اِرگ ب - راد

ج - رونتگن د - رِم

• پاسخ - د

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال - ریم برابر است با:

الف - QF x rad

ج - QF x Sv

ب - QF x Gy

د - Sv x rad

• پاسخ - الف

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- واحد دز جذبی در سیستم بین المللی (SI) واحدها کدام است؟

الف- گری ب- سیورت

ج- راد د- رم

- پاسخ- الف

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- سیورت (Sv) واحد کدام کمیت است و نسبت به واحد قدیم خود چند برابر است؟
 - الف- دز معادل، ۱۰۰ برابر
 - ب- دز جذبی، ۱۰۰ برابر
 - ج- دز معادل، 0.01 برابر
 - د- دز جذبی، 0.01 برابر
- پاسخ- الف

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- دز معادل پرتوهای ایکس و گاما از کدامیک از فرمول های زیر محاسبه می شود؟

$$\text{ب- } \text{rads} \times 5 = \text{rem}$$

$$\text{الف- } \text{rads} \times 1 = \text{rem}$$

$$\text{د- } \text{rads} \times 20 = \text{rem}$$

$$\text{ج- } \text{rads} \times 10 = \text{rem}$$

- پاسخ- الف

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- دز معادل پرتوهای نوترون های سریع از کدامیک از فرمول های زیر محاسبه می شود؟

$$\text{ب- } \text{rads} \times 10 = \text{rem}$$

$$\text{الف- } \text{rads} \times 100 = \text{rem}$$

$$\text{د- } \text{rads} \times 3 = \text{rem}$$

$$\text{ج- } \text{rads} \times 20 = \text{rem}$$

- پاسخ- ب

اثر بیولوژیکی نسبی

- سؤال- یک واکنش بیولوژیکی توسط 3 گری از یک پرتو بوجود می آید. اگر 12 گری از پرتو x (250 kVp) واکنشی مشابه را ایجاد کند، نوع و RBE پرتو اولیه را مشخص کنید:

ب- گاما، 3

الف- آلفا، 4

د- نوترون، 6

ج- بتا، 4

- پاسخ- ج

$$\text{RBE} = D_{250}/D_r = 12/3 = 4$$

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال - 2 رم (rem) پرتو آلفا با $RBE = 20$ چند گری (Gy) است

الف - 10^{-3} ب - 10

ج - 1/10 د - 40

• پاسخ - الف

$$rad \times RBE = rem \Rightarrow \frac{2 \text{ rem}}{20} = \frac{1}{10} rad \times \frac{1}{100} = 10^{-3} Gy$$

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- اگر شخصی در معرض تابش 4 راد آلفا قرار گیرد ، دز دریافتی وی بر حسب رم چقدر است ؟

ب- 8

الف- 80

د- 0.8

ج- 0.08

- پاسخ- الف

$$rad \times RBE = rem \Rightarrow 4 \times 20 = 80$$

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال- در یک فرایند پرتوی از نوترون های سریع ($RBE=10$) و اشعه ایکس استفاده شده است. اگر دز جذبی هر دو یکسان باشد ، دز معادل نوترون ها چند برابر اشعه ایکس خواهد بود؟

ب- 10

الف- 20

د- 0.1

ج- 1

• پاسخ- ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

• سؤال - کدامیک از خصوصیات زیر پرتو باعث بیشترین صدمات پرتوي در جانداران می گردد؟

الف - RBE کم

ب - نفوذ پذيري زياد

ج - نفوذ پذيري

د - LET زياد

• پاسخ - د

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال - دز معادل در مورد کدامیک از گزینه های زیر از دز جذبی بیشتر است؟
 - الف - اشعه ایکس و گاما
 - ب - نوترون
 - ج - پوزیترون
 - د - الکترون
- پاسخ - ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال - کدام رابطه بین H : دز مؤثر ، D : دز جذبی ، Q : فاکتور وزنی و N : فاکتور عوامل بیولوژیکی درست است ؟

ب- $H=D.Q.N$

الف- $D=H.Q.N$

د- $H=D.N/Q$

ج- $Q=D.H.N$

- پاسخ- ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال - کدامیک از گزینه های زیر جهت تعیین دوز مؤثر ناشی از پرتوگیری اشعه X بر روی اندام یا قسمتی از بدن به کار برده می شود؟

ب- $W_T \cdot W_R \cdot S_E$

الف- $H \cdot W_R \cdot D$

د- $D \cdot Q$

ج- $D \cdot W_R \cdot W_T$

- پاسخ- ج

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال - فاکتور وزنی پرتوی (W_R) :
 - الف- برای تبدیل سیورت به گری بکار می رود
 - ب- برای پرتوهای با LET بالا افزایش می یابد
 - ج- مستقل از جرم ذره می باشد
 - د- برای اندام های حساس افزایش می یابد
- پاسخ- ب

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- فاکتور وزنی تشعشعی برای ذرات آلفا 20 و فاکتور وزنی بافت برای ریه ها 0.12 می باشد. اگر ریه ها دز جذبی 0.2 Gy را از ذرات آلفا دریافت کنند، دز مؤثر بر حسب سیورت چقدر است؟

الف- 0.28 ب- 0.48

ج- 2.8 د- 4.8

- پاسخ- ب

$$20 \times 0.12 \times 0.2 = 0.48 \text{ Sv}$$

فاکتور همسان سازی تشعشع

- سؤال- در صورتیکه فاکتور کیفی (QF) برای اشعه ایکس ، نوترون های سریع و ذرات آلفا به ترتیب 1، 20 و 20 باشد، معادل دز کل فردی که 0.9 Gy اشعه ایکس ، 0.03 Gy نوترون سریع و 0.06 Gy از ذرات آلفا پرتوگیری داشته باشد ، چند سیورت می باشد؟

ب- 0.27

الف- 0.027

د- 27

ج- 2.7

- پاسخ- ج

$$(0.9 \times 1)(0.03 \times 20)(0.06 \times 20) = 2.7 \text{ Sv}$$