



کد کنترل

342

F

آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود»
امام خمینی (ره)

رشته مهندسی هسته ای - پرتو پزشکی
(کد ۲۳۶۷)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال ها و زمان پاسخ گویی

زمان پاسخ گویی	تأ شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۴۵	۱	۴۵	مجموعه دروس تخصصی: - حفاظت در برابر اشعه - رادیوایزوتوپ ها و کاربرد آنها - آشکارسازی و دوزیمتری - دستگاه های پرتو پزشکی

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

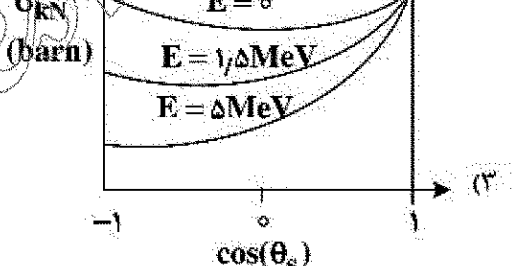
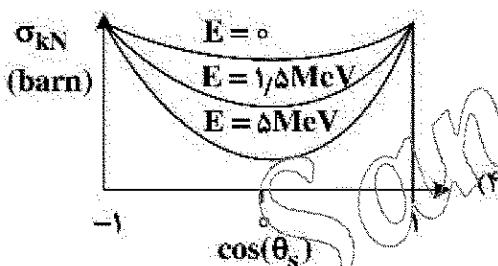
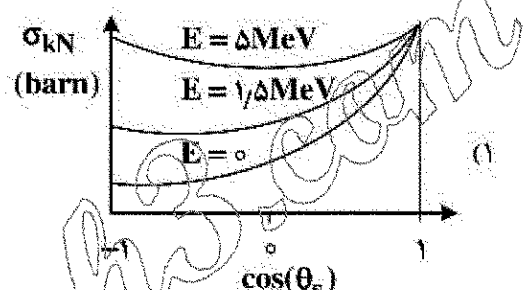
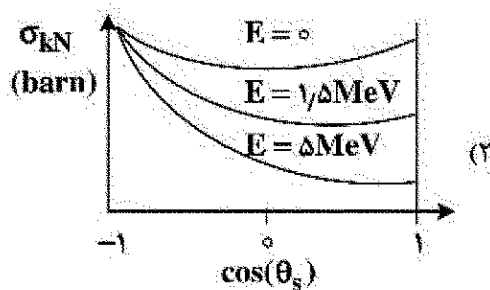
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤال ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفان برابر مقررات رفتار می شود.

* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را
با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ نامه و دفترچه سؤال ها، نوع و کد کنترل درج شده
بر روی دفترچه سؤال ها و پایین پاسخ نامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

۱- کدام مورد، وابستگی سطح مقطع Klein - Nishina (σ_{KN}) را به زاویه پراکندگی و انرژی درست نشان می دهد؟



۲- کدام یک از بافت های بدن نسبت به پرتو حساس تر هستند؟

(۱) بافت پوست (۲) بافت عصبی (۳) بافت استخوانی (۴) مغز استخوان

۳- جهت انجام پراکندگی غیر کشسان نوترون با هسته هدف با عدد جرمی A، حداقل انرژی نوترون ورودی چقدر باید باشد؟ (Q همان Q-value واکنش است).

$$\frac{A+1}{A} Q \quad (1)$$

$$\frac{A}{A+1} Q \quad (2)$$

$$\frac{A(A+1)}{A-1} Q \quad (3)$$

$$\left(\frac{A-1}{A+1}\right)^2 Q \quad (4)$$

- ۴- اگر w ، بهره مربوط به تولید اشعه x در واکنش فوتوالکتریک و E_b ، انرژی بستگی الکترون باشد، کسر متوسط انرژی فوتون فرودی که به صورت انرژی جنبشی الکترون اوزه یا فوتوالکتریک تبدیل می شود، کدام است؟
(انرژی فوتون فرودی است.)

$$1 - \frac{wE_b}{E_b} \quad (1)$$

$$(1-w) \frac{E_b}{E} \quad (2) \quad 1 - \frac{wE_b}{E} \quad (3)$$

- ۵- کدام مفهوم در مورد اساس دزیمتری نوترونی آلوده درست است؟

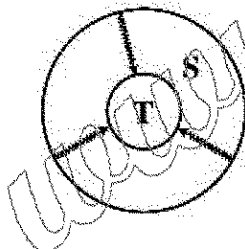
- (۱) سنسجش دز نوترون های حرارتی حاصل از واکنش گاما - نوترون در بدن
(۲) سنسجش دز نوترون های حرارتی تولید شده در یک محیط هیدروژنی
(۳) سنسجش دز حاصل از فعال سازی نوترون در یک محیط هیدروژنی
(۴) سنسجش دز نوترون های حاصل از پس زنی پروتون در بدن

- ۶- کدام یک از کمیت های زیر را می توان توسط دزیمترهای فردی و محیطی اندازه گیری کرد؟

- (۱) معادل دز فردی، $H_p(10)$ و $H_p(30)$
(۲) دز جذبی ارگان ها، دز مؤثر و دز معادل
(۳) معادل دز فردی، دز معادل و دز مؤثر
(۴) دز مؤثر $H_p(10)$ ، $H_p(30)$ و دز جذبی ارگان ها
کدام گزینه درست است؟

- (۱) در شرایط تعادل الکترونی، گرمای کل از گرمای جذب بیشتر و گرمای برخوردی از دز جذبی کمتر است.
(۲) در ناحیه های بیلداپ (انباشت) و تعادل الکترونی، گرمای برخوردی از دز کمتر است.
(۳) در ناحیه بیلداپ (انباشت) گرمای برخوردی و گرمای کل و دز جذبی با هم برابرند.
(۴) در ناحیه بیلداپ (انباشت) دز جذبی از گرمای برخوردی و گرمای کل کمتر است.

- ۸- با فرض اندام هدف T و اندام چشمه S، در پرتوگیری داخلی حاصل از ایزوتوپ پرتوزای Y، شکل زیر ارتباط فیزیکی کدام پرتوگیری را نشان می دهد؟



- (۱) پرتوگیری تیموس از تیروئید
(۲) پرتوگیری تیروئید از خون
(۳) پرتوگیری تیروئید از تیموس
(۴) پرتوگیری خون از تیروئید

- ۹- اگر x ضخامت حفاظ و $B(E, \mu x)$ ضریب انباشت حفاظ باشد (ضریب تضعیف μ برای فوتون با انرژی E است)، کدام مورد می تواند به عنوان رابطه مناسب جهت محاسبه B استفاده شود؟ ($A_1, A_2, A_3 \neq 0$)

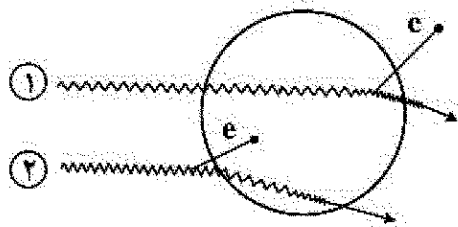
$$A_1(E)\mu x e^{-A_2(E)\mu x} + (1-A_1(E))e^{-A_2(E)\mu x} \quad (1)$$

$$A_1(E)(\mu x)^{A_2(E)} + A_2(E) \tanh(\mu x) \quad (2)$$

$$1 + \frac{A_1(E)-1}{A_2(E)-1} (e^{-A_2(E)\mu x} - 1) \quad (3)$$

$$1 + A_1(E)\mu e^{A_2(E)\mu x} \quad (4)$$

- ۱۰- در شکل زیر که مربوط به ۲ فوتون با انرژی E است و پراکندگی کامپتون در داخل (پرتو ۱) و خارج (پرتو ۲) از سلول مورد نظر انجام می شود، کدام مورد درباره دز و کرما در سلول مورد نظر ناشی از این دو پرتو درست است؟



- (۱) $D_p \neq 0, K_p = 0, K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$
 (۲) $D_p \neq 0, K_p = 0, K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 = 0$
 (۳) $K_p > D_p, D_p = 0, K_p \neq 0, K_1 < D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$
 (۴) $K_p > D_p, D_p \neq 0, K_p \neq 0, K_1 > D_1, K_1 \neq 0, D_1 \neq 0$

- ۱۱- ذره آلفا با انرژی 10 MeV به هدفی از جنس سرب تابیده می شود. بیشینه نسبت توان توقف تابشی به توان توقف کل برای این ذره کدام است؟

(۲) $\frac{82}{157}$
 (۴) $\frac{157}{750}$

(۱) $\frac{81}{20}$
 (۳) $\frac{82}{750}$

- ۱۲- میزان 10 بکرل از ایزوتوپ استرونتیوم - 90 در بدن فردی به وزن 52 کیلوگرم و کبد به وزن 2 کیلوگرم به طور یکنواخت توزیع شده است. کدر این وضعیت، کسر جذب ویژه کبد چقدر است؟

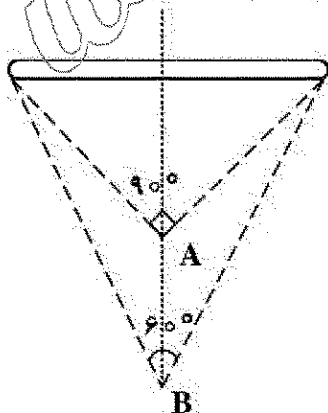
(۲) 0.002
 (۴) 0.2

(۱) صفر
 (۳) 0.02

- ۱۳- باریکه فوتونی نازکی به تعداد 100 ذره به حفاظی به ضخامت 2 سانتی متر وارد و دستخوش دو نوع برهم کنش با $\mu_A = 0.1$ و $\mu_B = 0.4$ (بر حسب cm^{-1}) می شوند. به طوری که تعداد ذرات عبور کرده از حفاظ نصف مقدار اولیه می شود. تعداد ذرات جذب شده در اثر هر یک از برهم کنش های A و B چقدر است؟

- (۱) $A=30$ و $B=20$
 (۲) $A=20$ و $B=30$
 (۳) $A=40$ و $B=10$
 (۴) $A=10$ و $B=40$

- ۱۴- نسبت آهنگ دز در فاصله A به B در محور مرکزی عمود بر چشمه میله ای در شکل زیر چقدر است؟



- (۱) $3\sqrt{2}$
 (۲) $\frac{3\sqrt{3}}{2}$
 (۳) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
 (۴) $\frac{2\sqrt{3}}{9}$

۱۵- باریکه ای فوتونی و تک انرژی در شرایط هندسی یکن از حفاظی به ضخامت ۱ سانتی متر عبور می کند. اگر ضریب تضعیف خطی حفاظ μ باشد و ضریب انباشت (بیلداپ) برابر e باشد، ضریب تضعیف (μ') چقدر است؟

- (۱) صفر (۲) $\mu - 1$ (۳) $\mu - e$ (۴) μ

۱۶- کدام رادیونوکلید از محصولات سری واپاشی اورانیوم - ۲۳۵ است؟

- (۱) آکتنیوم - ۲۲۷ (^{227}Ac) (۲) بیسموت - ۲۱۳ (^{213}Bi)
(۳) مولیبدن - ۹۹ (^{99}Mo) (۴) رادیوم - ۲۲۶ (^{226}Ra)

۱۷- تولید رادیونوکلید گالیوم - ۶۸ از کدام روش امکان پذیر نیست؟

- (۱) $^{67}\text{Zn}(p, \gamma)^{68}\text{Ga}$ (۲) $^{65}\text{Cu}(\alpha, n)^{68}\text{Ga}$
(۳) $^{68}\text{Zn}(p, n)^{68}\text{Ga}$ (۴) $^{69}\text{Ga}(d, \alpha)^{68}\text{Ga}$

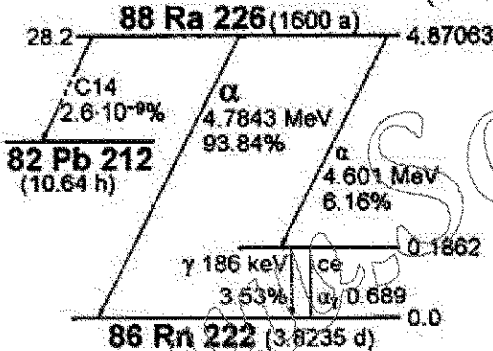
۱۸- از زمان تولید رادیونوکلیدی به مدت ۲ عمر میانگین آن گذشته است. چه درصدی از اکتیویته اولیه آن فروپاشی نموده است؟

$\ln 2 = 0.7$, $e = 2.7$

- (۱) ۱۴ (۲) ۳۷
(۳) ۶۳ (۴) ۸۶

۱۹- شکل زیر شمای واپاشی رادیونوکلید رادیوم - ۲۲۶ (نیمه عمر ۱۶۰۰ سال) را نشان می دهد. از واپاشی ۵ mg رادیوم - ۲۲۶ در

هر دقیقه چه تعداد ذره آلفا با انرژی ۴.۶ MeV گسیل می شود؟ ($\ln 2 = 0.7$)



- (۱) 6.14×10^8
(۲) 1.15×10^8
(۳) 1.14×10^7
(۴) 1.11×10^{10}

۲۰- اکتیویته ویژه رادیونوکلید لوتسیوم - ۱۷۷ (با نیمه عمر حدود ۷ روز) برابر $110 \frac{\text{Ci}}{\text{mg}}$ است. در صورتی که اکتیویته

ویژه نمونه ای حاوی این رادیونوکلید به همراه سایر ایزوتوپ های آن هم اکنون $100 \frac{\text{Ci}}{\text{mg}}$ باشد، اکتیویته ویژه این

نمونه پس از یک هفته تقریباً چند کوری بر میلی گرم خواهد شد؟

- (۱) ۱۰۰ (۲) ۸۸
(۳) ۵۵ (۴) ۵۰

۲۱- زنجیره واپاشی $A \rightarrow B \rightarrow C$ را در نظر بگیرید. اگر هم اکنون نمونه حاوی رادیونوکلیدهای A و B موجود باشد،

به طوری که اکتیویته رادیونوکلید A دو برابر اکتیویته رادیونوکلید B باشد، با فرض این که ثابت واپاشی رادیونوکلید

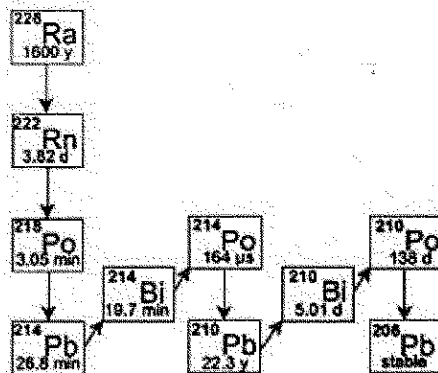
B سه برابر ثابت واپاشی رادیونوکلید A باشد، مدت زمان لازم برای رسیدن اکتیویته رادیونوکلید B به مقدار

بیشینه، چند برابر نیمه عمر رادیونوکلید A خواهد بود؟

- (۱) ۰/۵ (۲) ۱
(۳) ۱/۵ (۴) ۳

۲۲- زنجیره واپاشی رادیوم - ۲۲۶ در شکل زیر نشان داده شده است. نمونه ای حاوی ۴ گرم رادیوم - ۲۲۶ برای مدت طولانی در ظرفی در بسته نگهداری شده است. در این زمان فقط چشمه رادیوم از ظرف خارج می شود. پس از چه مدتی

اکتیویته ^{218}Po به ۱۲۵ میلی کوری می رسد؟



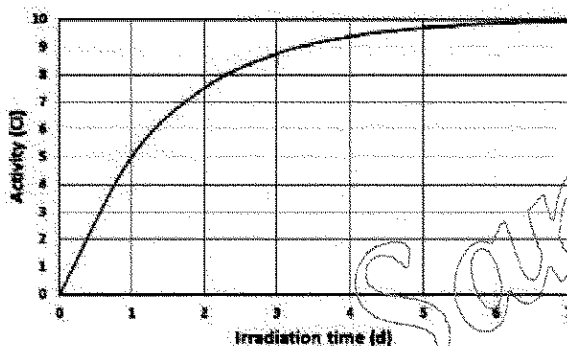
(۱) ۱۵ دقیقه

(۲) ۱۳۵ دقیقه

(۳) ۱۹ روز

(۴) ۸۰۰۰ سال

۲۳- برای تولید رادیونوکلید به عدد جرمی ۱۶۶ از طریق واکنش (n, γ) ، تک ایزوتوپ خالص آن به جرم $7/4 \text{ mg}$ به مدت یک هفته در راکتور تحقیقاتی با شار متوسط $2/3 \times 10^{14} \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ پرتو دهی می شود. شکل زیر نمودار اکتیویته محصول را بر حسب زمان پرتو دهی نشان می دهد. نیمه عمر رادیونوکلید تولید شده بر حسب روز و سطح مقطع واکنش بر حسب بارن به ترتیب کدام گزینه است؟



(۱) ۶۰، ۱

(۲) ۶۰، ۲

(۳) ۱۲۰، ۱

(۴) ۱۲۰، ۲

۲۴- برای تولید یک رادیونوکلید با نیمه عمر ۱ ساعت، نمونه ای در یک سیکلوترون با بیم پروتون با شدت جریان $1 \mu\text{A}$ پرتو دهی می شود. شرایط کار سیکلوترون به گونه ای است که به طور متناوب یک ساعت روشن و یک ساعت خاموش خواهد بود. با فرض ثابت بودن جرم نمونه پرتو دهی شده، اکتیویته رادیونوکلید حاصل پس از دو مرتبه پرتو دهی به چند درصد مقدار بیشینه ممکن می رسد؟

(۲) ۷۵

(۱) ۸۷/۵

(۴) ۵۰

(۳) ۶۲/۵

۲۵- برای اندازه گیری حجم مایعات اسیدی در یک فرایند، 10 mCi از رادیونوکلید برم - ۸۲ (نیمه عمر ۳۶ ساعت) در ۵ میلی لیتر اسید حل شده و سپس به طور یکنواخت به حجم ۵۰۰ میلی لیتر می رسد. پس از آن تمامی محلول حاصل به فرایند اضافه می گردد. به منظور اختلاط کامل، بعد از گذشت ۳ روز نمونه ای به حجم ۱۰۰ میلی لیتر از فرایند گرفته و اکتیویته آن 148 kBq اندازه گیری می شود. حجم مایعات اسیدی این فرایند تقریباً چند لیتر است؟

(۲) ۲۵۰

(۱) ۵۰۰

(۴) ۶۲

(۳) ۱۲۵

۲۶- اتلاف ویژه الکترون در پلاستیک برابر $2 \frac{\text{MeV}}{\text{cm}}$ است. اگر یک الکترون با انرژی ۱ MeV از امتداد قطر یک

سوسوزنی فیبر پلاستیکی با قطر 3 mm عبور کند، با فرض بازدهی سوسوزنی 10 Photons/MeV فوتون های سوسوزنی گسیل شده در امتداد مسیر الکترون چقدر خواهد بود؟

- (۱) ۶۰۰
(۲) ۷۰۰
(۳) ۸۰۰
(۴) ۹۰۰

۲۷- بهره تکثیر هر داینود (تکثیر کننده) در کدام گزینه درست است؟

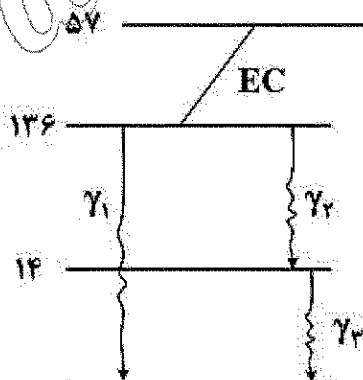
- (۱) لامپ با داینود $\text{HPMT} < \text{NEA}$ < لامپ تکثیر
(۲) لامپ تکثیر > لامپ با داینود $\text{HPMT} > \text{NEA}$
(۳) لامپ تکثیر > لامپ با داینود $\text{HPMT} = \text{NEA}$
(۴) لامپ تکثیر < لامپ با داینود $\text{HPMT} < \text{NEA}$

۲۸- کدام مورد از مزایای فوتودیود نسبت به لامپ تکثیر فوتونی (PMT) نیست؟

- (۱) ارتفاع پالس بالاتر
(۲) کارایی کوانتومی بالاتر
(۳) غیر حساس به میدان مغناطیسی
(۴) تفکیک انرژی بهتر در گاما های پر انرژی
- ۲۹- اگر m میانگین تعداد ذرات گسیل شده از یک چشمه پرتوزا و σ انحراف معیار آن باشد، کدام مورد احتمال گسیل n ذره از چشمه را در یک آزمایش جدید نشان می دهد؟

- (۱) $\frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma}$
(۲) $\frac{n^m}{n!} e^{-n}$
(۳) $\frac{m^n}{n!} e^{-m}$
(۴) $\frac{1}{\sqrt{2} \pi \sigma} e^{-\frac{(n-m)^2}{2\sigma^2}}$

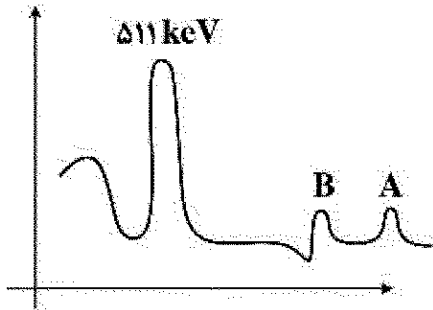
۳۰- از چشمه گامای پرتوزای ^{57}Co با طرح واپاشی زیر و اکتیویته 300 Bq ، چند پرتو گاما بر ثانیه گسیل می شود؟



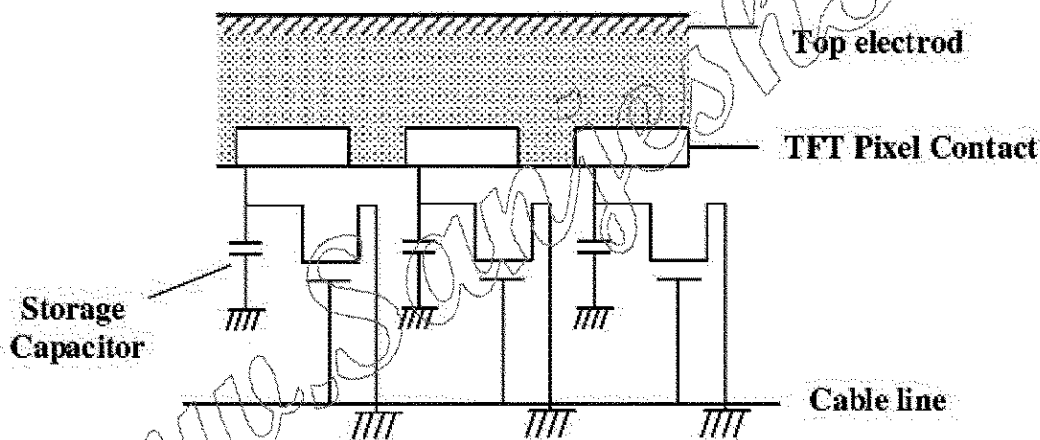
- $\gamma_1 = 136 \text{ keV} (71\%)$
 $\gamma_2 = 122 \text{ keV} (87\%)$
 $\gamma_3 = 14 \text{ keV} (9\%)$

- (۱) ۹۰۰
(۲) ۳۲۱
(۳) ۳۵۰
(۴) ۵۴

۳۱- طیف انرژی چشمه پرتوزای ^{22}Na در زیر نشان داده شده است. قله‌های A و B به ترتیب دارای چه انرژی بوده و قله A چرا تشکیل شده است؟



- ۱) 1786 keV و 1275 keV ، قله A مربوط به مجموع دو قله 511 keV و قله B است.
- ۲) 1716 keV و 1460 keV ، قله A مربوط به مجموع قله B و قله γ پس پراکندگی است.
- ۳) 1460 keV و 1310 keV ، قله A مربوط به پتاسیم موجود در محیط است.
- ۴) 1460 keV و 1275 keV ، قله A مربوط به پتاسیم موجود در محیط است.
- ۳۲- در شکل زیر پس از اندرکنش تابش x در سلینیوم آمورف، فتوکانتکتور (photoconductor) مانند عمل کرده و تولیدی خود را در قسمت pixel storage capacitor ذخیره می کند.



- ۳۳- یک آشکارساز نیمه‌رسانای کاملاً تخلیه شده (Fully-depleted) با ضخامت 0.1 میلی‌متر را در نظر بگیرید. چنانچه ولتاژ اعمالی در حدی باشد که حامل‌های بار به سرعت اشباع برسند، بیشینه زمان جمع‌آوری الکترون‌ها و حفره‌ها کدام است؟

$$(V_{\text{sat}} = 10^6 \frac{\text{cm}}{\text{s}})$$

- ۱) تانیه ۲) میلی تانیه ۳) میکرو تانیه ۴) نانوتانیه
- ۳۴- در آشکارسازهای ژرمانیم Coaxial قطب مثبت ولتاژ به متصل می شود و میدان الکتریکی برای در شعاع های بزرگ است و به سمت داخل می شود.
- ۱) n^+ - نوع π - قوی - ضعیف ۲) n^+ - نوع π - ضعیف - قوی
- ۳) p^+ - نوع ν - ضعیف - قوی ۴) p^+ - نوع ν - قوی - ضعیف

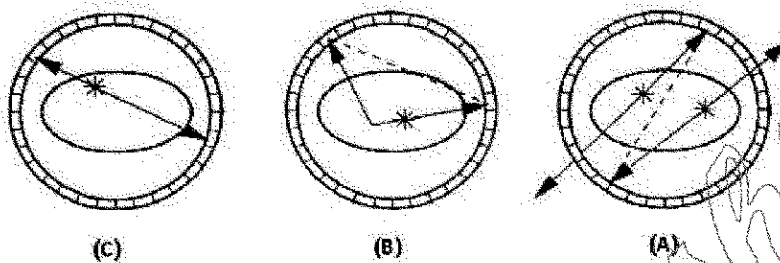
۳۵- اگر در یک آشکارساز گازی اتاقک یونش در اثر تغییر چشمه، جریان ایجاد شده در آشکارساز به صورت تابع پوله افزایش یابد، تغییرات ولتاژ خروجی (ولتاژ دو سر مقاومت معادل آشکارساز و سایر قطعات) به چه شکل خواهد بود؟

- (۱) به صورت تابع پله افزایش می یابد.
(۲) به صورت خطی افزایش می یابد.
(۳) به صورت نمایی افزایش می یابد.
(۴) ابتدا به صورت نمایی افزایش و در ادامه کاهش می یابد.

۳۶- کدام عبارت درباره قطر بلور بدورسديم در دوربين گاما نادرست است؟

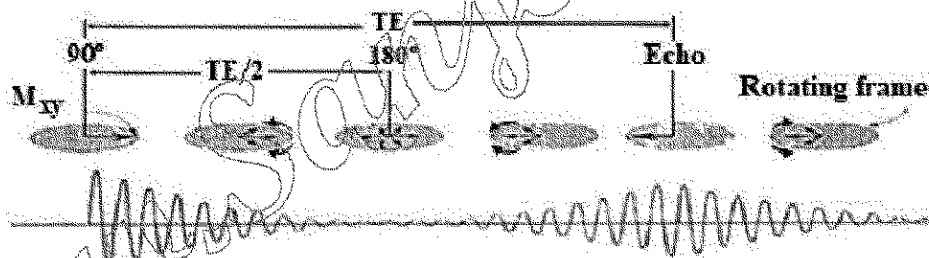
- (۱) بلور نازک تر، قدرت تفکیک بهتری فراهم می کند.
(۲) بلور ضخیم تر، تابع پخش نقطه نازک تری دارد.
(۳) بلور ضخیم تر، نسبت سیگنال به نویز بالاتری فراهم می کند.
(۴) تعیین قطر بلور حاصل مصالحه ای بین قدرت تفکیک مکانی و حساسیت است.

۳۷- در سیستم تصویربرداری PET، کدام شکل همزمانی های تصادفی را نشان می دهد؟



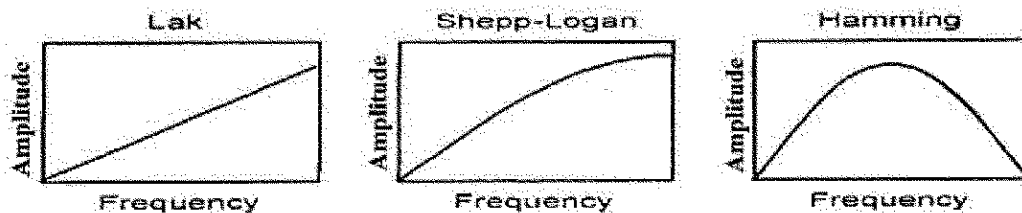
- A (۱)
B (۲)
C (۳)
B و A (۴)

۳۸- در سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته ای، شکل زیر بیانگر کدام رشته پالس است؟



- (۱) اسپین اکو
(۲) دیفیوژن
(۳) گرادیان اکو
(۴) شیفیت شیمیایی

۳۹- بهترین کیفیت تصویر منتهی از سیستم توموگرافی کامپیوتری با اعمال کدام فیلتر حاصل می شود؟

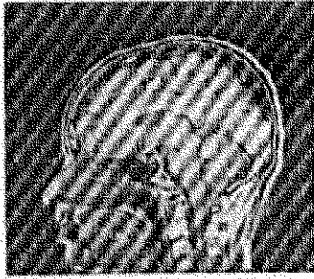


- Lak (۱)
Shepp - Logan (۲)
Hamming (۳)
Shepp - Logan & Lak (۴)

۴۰- تغییرات کنتراست تصویر حاصل از دستگاه ماموگرافی برحسب انرژی چگونه است؟

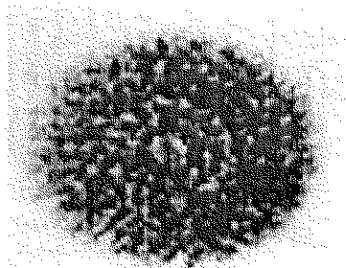
- (۱) کاهش
(۲) ابتدا افزایش، سپس کاهش
(۳) افزایش
(۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش

۴۱- آرتیفکت ایجاد شده در تصویر زیر منتهی از سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی ناشی از کدام مورد است؟



- (۱) افت شدید سیگنال
- (۲) حرکت ناخواسته بیمار
- (۳) اغوجاج در میدان مغناطیسی
- (۴) وجود یک پیکسل نامطلوب در فضای K

۴۲- تصویر زیر از یک ظرف استوانه ای شکل، حاوی محلولی یکنواخت از یک رادیونوکلید به وسیله دوربین گاما، که در آن آرتیفکت حلقوی وجود دارد، اخذ شده است. علت بروز این آرتیفکت در تصویر کدام است؟



- (۱) حساسیت کم دوربین
- (۲) غیر یکنواختی دوربین
- (۳) سیگنال به نویز کم
- (۴) رزولوشن بالا

۴۳- پارامتر وابسته به سطح اکسیژن خون به وسیله سیستم تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته ای مورد ارزیابی قرار می گیرد. افت سیگنال در رشته پالس BOLD با کدام مورد رخ می دهد؟

- (۱) افزایش T_1
- (۲) کاهش T_1
- (۳) افزایش T_2^*
- (۴) کاهش T_2^*

۴۴- تیوب اشعه ایکس به کدام مورد شباهت دارد و بهترین روش جهت کاهش تارشدگی تصویر ناشی از حرکت، کدام است؟

- (۱) خازن - کاهش نویز
- (۲) دیود - افزایش کنتراست
- (۳) دیود - کاهش زمان اخذ تصویر
- (۴) سلف - افزایش رزولوشن

۴۵- رزولوشن مکانی سیستم تصویربرداری اولتراسونیک، با کدام مورد محدود می شود و رزولوشن مکانی کولیماتورها در سیستم تصویربرداری هسته ای SPECT با افزایش انرژی پرتوهای گاما چه تغییری می کند؟

- (۱) ضریب تضعیف - افزایش
- (۲) دانسیته الکترونی - افزایش
- (۳) امپدانس آکوستیکی - کاهش
- (۴) حجم پالس آکوستیکی - کاهش