طبابت هنر است،

هنر هماهنگی قلب و اندیشه

سرشناسه : مهسا قربانی، ۱۳۶۷
عنوان و نام پدیدآور : مجموعه سوالات ارتقا و بورد تخصصی پزشکی هسته ای ۱۴۰۰، کتاب سؤالات جهت آمادگی آزمون ارتقاء و بورد تخصصی ۱۴۰۲/ جمع‌آوری و پاسخدهی: دکتر مهسا قربانی
مشخصات نشر : تهران: کاردیا، ۱۴۰۲.
مشخصات ظاهری : ۲۵۸ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی).
شابک : ۲,۸۳۰,۰۰۰ ریال ۸-۹۱-۵۵۶۰-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی : فیپا
موضوع : پزشکی هسته‌ای -- آزمون‌ها و تمرین‌ها
Nuclear medicine -- Examinations, questions, etc.
رده بندی کنگره : R۸۹۶
رده بندی دیویی : ۰۷۵۷۵/۶۱۶
شماره کتابشناسی ملی : ۸۶۸۹۷۳۸
اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا
کد پیگیری : ۸۶۸۸۹۶۵

مجموعه سوالات ارتقا و بورد تخصصی پزشکی هسته‌ای سال ۱۴۰۰
جمع آوری و پاسخدهی: دکتر مهسا قربانی
ناشر: انتشارات کاردیا
صفحه‌آرا: رزیدنت‌یار – سپیده دبیری
طراح و گرافیست: رزیدنت‌یار ـ مهراد فیضی

چاپ و لیتوگرافی: رزیدنت‌یار
نوبت چاپ: اول ۱۴۰۲
تیراژ: ۱۰۰ نسخه
شابک: ۸-۹۱-۵۵۶۰-۶۲۲-۹۷۸
بهاء: ۲۸۳,۰۰۰ تومان

آدرس: تهران میدان انقلاب ـ کارگرجنوبی ـ خیابان روانمهر ـ بن بست دولتشاهی پلاک ۱ واحد ۱۸
شماره تماس: ۶۶۴۱۹۵۲۰ – ۰۲۱

هر گونه کپی‌برداری از این اثر پیگرد قانونی دارد.

مجموعه سوالات ارتقا و بورد تخصصی پزشکی هسته ای ۱۴۰۰

ویژه آزمون ارتقاء و بورد تخصصی ۱۴۰۲

- **Physics and radiobiology of nuclear medicine**
- **Fundamental of nuclear pharmacy**
- **Clinical nuclear cardiology state of the art and future directions**
- **Nuclear medicine and molecular imaging the requisites**
- **PET and PET-CT a clinical guide Abass Alavi**

گردآوری و پاسخدهی:

دکتر مهسا قربانی

رتبه اول بورد تخصصی پزشکی هسته‌ای

دانشگاه علوم پزشکی ایران

سخن ناشر:

سپاس و ستایش شایستهٔ پروردگاری که کرامتش نامحدود و رحمتش بی‌پایان است. اوست که بشر را دانش بیاموخت و با قلم آشنا کرد. به انسان رخصت آن داد که علم را به خدمت گیرد و با قلم خود و رسم خطوط گویا آن را به دیگران نیز بیاموزد.

خدایا از شاکران درگاهت و حقیقت‌جویان راهت قرارم ده و یاری‌ام کن تا در آموختن نلغزم و آن‌چه را آموختم، به شایستگی عرضه کنم.

رزیدنت‌یار، حامی و پیشرو در نظام کمک آموزشی پزشکی کشور به سبک نوین و مطابق با آخرین پیشرفت‌های آموزشی در حیطه پزشکی با کادری مجرب و آشنا طی ۱۳ سال گذشته از منظر متخصصین همواره بهترین محصولات را ارائه و در دسترس مخاطبین خود قرار داده است.

اثر پیش رو با توجه به محتوی بسیار غنی در مبحث پزشکی هسته‌ای گردآوری شده و با استفاده از مفهومی نمودن مباحث و روان‌سازی توسط مؤلف محترم از منابع و رفرنس بوده و در روال گذر از گروه کنترل کیفیت رزیدنت‌یار با جمعی از اساتید رتبه A را به خود اختصاص داده است، امید است با مطالعه تمام مباحث پیش رو با یاری خداوند متعال پیروز و پایدار باشید.

مدیرمسئول انتشارات

با ما در تماس باشید:

۰۲۱ - ۸۸ ۹۴۵ ۲۰۸

۰۲۱ - ۸۸ ۹۴۵ ۲۱۶

آدرس الکترونیک مؤسسه رزیدنت‌یار:

www.residenttyar.com
info@residenttyar.com

در تلگرام با ما همراه باشید:

https://t.me/residenttyar

مقدمه مولف:

همکاران عزیز

در روزگار مهجور ماندن دانش و ارجمندی جادو و فشارها و دشواری های اقتصادی نفس‌گیر، شما که به کسب دانش برای تشخیص و تسکین دردهای بیماران عمر و نیرو گذاشته‌اید پیشاپیش پیروز و سربلند میدان هستید. به پایان بردن دوران دستیاری و کسب توانمندی‌های نو در زمینه تخصصی و به دست آوردن تجربیات گرانبها در سالهای دستیاری دلیل کافی برای شادی و رضایت شماست. هیچگاه اجازه ندهید رد شدن در آزمونی توان تولید حس ناکامی در شما را داشته باشد. آزمونهای ارتقا و بورد نیز بخشی از مسیری است که ما همگی پا به آن گذاشته‌ایم و تلاشی است در راه دانستن و بیشتر دانستن و دانایی را نهایتی نیست. این کتاب نیز با این هدف تألیف شد تا کمکی و چراغی باشد تا هم شناخت بهتری از آزمونهای ارتقا و بورد دست دهد و هم نکاتی از دانش پزشکی هسته‌ای که در سوالات وجود داشته‌اند تشریح و یادآوری شوند. از آنجاییکه قطعا این کتاب خالی از اشکال نیست، ضمن پوزش از شما درخواست میکنم نکات وپیشنهادهای خود را به نشانی ایمیل drmahsaghorbani@gmail.com ارسال فرمایید . لازم می‌دانم سپاسگزار اساتید خود در گروه پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی ایران و بیمارستان قلب شهید رجایی که بزرگوارانه و بخشنده، دستگیر و راهنمای من در سال‌های آموختن پزشکی هسته‌ای بوده‌اند باشم.

دکتر مهسا قربانی

تقدیم به محمد، حامی و پناه همیشگی‌ام

فهرست

سوالات و پاسخنامه بورد تخصصی ۱۴۰۰..... ۱۳
سوالات و پاسخنامه ارتقاء تخصصی ۱۴۰۰..... ۱۳۳

سؤالات و پاسخنامه

بورد تخصصی ۱۴۰۰

۱. ساماریوم-153 پس از استحاله رادیواکتیو و نشر اشعه بتا منفی به چه عنصری تبدیل می گردد؟

الف) Europium-Eu

ب) Dysprosium-Dy

ج) Gadolinium-Gd

د) Promethium-Pm

پاسخ: الف

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۴

ساماریوم ۱۵۳ با نیمه عمر ۱,۹ روز اشعه بتا منفی و گاما ساطع میکند و به عنصر Europium 153 واپاشی می شود.

۲. ناخالصی های رادیونوکلیدی Sr-89 و I-131 موجود در محلول پرتکنتات حاصل از ژنراتور مولیبدن ـ تکنسیوم را با استفاده از چه دستگاهی تشخیص می دهند؟

الف) Dose calibrator

ب) Multichannel analyzer

ج) Gamma counter

د) Colorimeter

پاسخ: ب

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۵

جهت سنجش Radionuclide Contamination محلول پرتکنتات دوشیده شده از ژنراتور مولیبدن-تکنسیوم، ابتدا زمان کافی برای decay شدن رادیونوکلئایدهای با نیمه عمر کوتاه داده می شود و سپس با استفاده از multichannel analyzer میزان آلودگی با رادیونوکلئاید های با نیمه عمر طولانی مثل Sr-89 و I-131 تشخیص داده میشود.

۳. کدام ترکیب در شناسایی Mo-98 موجود در محلول پرتکنتات حاصل از ژنراتور مولیبدن ـ تکنسیوم کاربرد دارد؟

الف) Aurintricarboxylic acid

ب) Methyl orange

ج) Phenylhydrazine

د) p-nitroanilide

پاسخ: ج

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۵

یکی از راه های سنجش میزان مولیبدن ۹۹ محلول پرتکنتات دوشیده شده از ژنراتور مولیبدن-تکنسیوم به این صورت است که فنیل هیدرالازین به محلول دوشش اضافه می شود، با ایجاد کمپلکس مولیبدن-فنیل هیدرالازین و با استفاده ازcalorimeter میزان مولیبدن-۹۹ شناسایی می شود.

۴. کدامیک عارضه مربوط به وجود پیروژن در فرآورده های رادیودارویی نیست؟

الف) Flushing

ب) Leukopenia

ج) Thrombocytopenia

د) Dilation of the pupils

پاسخ: ج

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۸

پیروژن ها پروتئین ها و یا پلی ساکاریدهایی هستند که توسط میکروارگانیسم ها تولید می شوند. تمام داروهایی که به انسان ها تجویز می شوند باید فاقد پیروژن باشند. در صورتی که پیروژن ها وارد بدن انسان شوند، علائمی از قبیل تب و لرز، ضعف، لکوپنی (و نه ترومبوسیتوپنی)، آرترالژِی، فلاشینگ، تعریق، سردرد و دیلاتاسیون مردمک ها ایجاد میکنند.

۵. کدام ایزوتوپ ید، ساطع کننده تابش های گاما و پوزیترون است؟

الف) I-123

ب) I-124

ج) I-125

د) I-131

پاسخ: ب

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۴

ید ۱۲۳: با نیمه عمر ۱۳,۲ ساعت، گامای KeV۱۵۹ ساطع میکند.

ید ۱۲۴: نیمه عمر ۴,۲ روزدارد و پوزیترون، بتا منفی و گامای پرانرژی ساطع میکند.

ید ۱۲۵: با نیمه عمر ۶۰ روزه گامای کم انرژی (KeV ۳۵) ساطع مکینند.

ید ۱۳۱: نیمه عمر ۸ روزه دارد و بتا منفی و گامای پر انرژی ساطع میکند.

۶. جهت نشاندارسازی کیت HMPAO با تکنسیوم به منظور تصویربرداری از مغز، ژنراتور مولیبدن ـ تکنسیوم بایستی حداقل یکبار در..... ساعت گذشته دوشیده شده باشد و از عمر محلول دوشیده شده پرتکنتات کمتر از.. ..... ساعت گذشته باشد.

الف) بیست و چهار، دو

ب) چهل و هشت، دو

ج) بیست و چهار، شش

د) چهل و هشت، شش

پاسخ: الف

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۵

همان طور که می دانیم در محلول دوشیده شده از ژنراتور مولیبدن-تکنسیوم هم Tc-99 و هم Tc-99m وجود دارد. به علت decay سریعتر Tc-99m نسبت به Tc-99، با گذشت زمان به صورت نسبی میزان Tc-99 محلول افزایش می یابد. این امر موجب کاهش labeling efficiency در کیت داروهای حاوی میزان کم قلع می شود.

این مشکل در آخر هفته ها که ژنراتور چند روز دوشیده نمی شود تشدید می یابد.

در آماده سازی برخی کیت ها مثل Tc-HMPAO یا ceretec به منظور جلوگیری از این مشکل، باید محلول تازه دوشیده شده باشد (کمتر از دو ساعت قبل دوشیده شده باشد) و ژنراتور حداقل یک بار در ۲۴ ساعت گذشته دوشیده شده باشد.

۷. اکتیویته ویژه.. .....، نیمه عمر.. ..... و انرژی اشعه.. ..... باعث تشدید میزان پدیده رادیولیز در فرآورده هایرادیواکتیو می گردند.

الف) بالاتر، طولانی تر، بیشتر

ب) پائین تر، طولانی تر، بیشتر

ج) پائین تر، کوتاه‌تر، کمتر

د) بالاتر، کوتاه‌تر، بیشتر

پاسخ: الف

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۴ و ۶

اکتیویته ویژه به صورت میزان رادیواکتیویتی در واحد جرم تعریف میشود.

اکتیویته ویژه رادیونوکلئاید carrier free با میزان اکتیویتی و ثابت واپاشی رابطه مستقیم و بنابراین با نیمه عمر ارتباط معکوس دارد (هر چه نیمه عمر کوتاهتر باشد اکتیویتی ویژه افزایش می یابد).

بسیاری از ترکیبات نشاندار توسط تابش ساطع شده از رادیونوکلئاید موجود در آنها تجزیه می شوند. این نوع از تجزیه شدن را رادیولیز می گویند. اکتیویته ویژه بالاتر با احتمال رادیولیز بیشتر همراه است.

۸. رادیوداروی حاصل از کدام کیت در برابر آنزیم فسفاتاز ناپایدارتر است؟

الف) PYP

ب) MDP

ج) HDP

د) EDTMP

پاسخ: الف

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۷

ترکیبات فسفوناتی و فسفاتی در استخوانها لوکالیزه می شوند و برای تصویربرداری استخوانها کاربرد دارند. در بدن انسان ترکیبات فسفاتی نسبت به فسفوناتی ناپایدارتر هستند و پیوند P-O-P آنها به راحتی توسط آنزیم فسفاتاز شکسته می شوند در حالیکه پیوند P-C-P فسفونات ها دچار این مشکل نمی شود. PYP از دسته داروهای فسفاتی است و سه گزینه دیگر دی فسفوناتی هستند.

۹. نقش ماده Hetastarch در پروسه نشاندارسازی گلبول های سفید چیست؟

الف) جلوگیری از انعقاد خون

ب) تغیر عدد اکسیداسیون رادیوایزوتوپ

ج) کمک به رسوب گلبول های قرمز

د) ممانعت از همولیز خون

پاسخ: ج

ادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۷

برای نشان دار سازی گلبول های سفید ابتدا به کمک سدیمانتاسیون، سانتریفوژ و شستشو با سالین ایزوتون گلبول های سفید از خون کامل جدا می شوند. از هپارین و یا ACD به عنوان آنتی کوآگولان اضافه و از Hetastarch برای کمک به سدیمانتاسیون گلبول های قرمز استفاده می شود.

۱۰. بهتر است عمل افزودن In-111 جهت نشاندارسازی پلاکت ها در.. ..... و برای گلبول های سفید در.. ..... صورت گیرد.

الف) پلاسما، نرمال سالین

ب) نرمال سالین، پلاسما

ج) خون، نرمال سالین

د) نرمال سالین، خون

پاسخ: الف

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۷

انجام نشان دار سازی گلبول های سفید با ایندیوم در سالین به پلاسما ارجح است زیرا در پلاسما تمایل باند شدن ایندیوم به ترانسفرین بیشتراز ایندیوم به لکوسیت ها است. در صورتی که در مورد نشان دار سازی پلاکت ها با ایندیوم پلاسما به سالین ترجیح داده می شود. فانکشن پلاکت ها در پلاسما بالاتر است هر چند که labeling efficiency کاهش می یابد.

۱۱. علت تزریق $In\text{-}ibritumomab^{111}$ به بیمار قبل از تزریق $Y\text{-}ibritumomab^{90}$ (زوالین) چیست؟

الف) استفاده از اثرات ترکیبی همزمان دو رادیوایزوتوپ مختلف در درمان

ب) پیش بینی احتمال بروز واکنش های حساسیت زای ایمنی در بیمار

ج) پیش بینی نحوه توزیع زیستی رادیوداروی درمانی زوالین

د) اشباع آنتی ژن های پلاسمایی و کمک به جذب بیشتر زوالین در بافت هدف

پاسخ: ج

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۷

In-Ibritumomab Tiuxetan جهت تصویربرداری قبل از درمان لنفوم نان هوچکین با Y90-Ibritumomab Tiuxetan استفاده می شود تا بیودیستریبیوشن دارو را نشان دهد.

برای اشباع آنتی ژن های پلاسمایی و کمک به جذب بیشتر زوالین در بافت هدف از ۲۵۰ mg/m2 ریتوکسیماب پیش از تزریق رادیودارو استفاده می شود.

۱۲. نقش ماده Sodium citrate در کیت ۲MIBI چیست؟

الف) آنتی اکسیدان: جلوگیری از اکسید شدن قلع موجود در کیت

ب) احیاء کننده: تبدیل عدد اکسیداسیون تکنسیوم از 7+ به 4+

ج) بافر: تنظیم کننده pH فورمولاسیون در فرآورده نهایی رادیودارویی

د) تعویض لیگاند: تشکیل کمپلکس با تکنسیوم و انتقال آن به شلاتور پایدارتر

پاسخ: د

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۶

تعویض لیگاند متدی است که در آن Tc99m ابتدا با یک لیگاند ضعیف ولی با حلالیت بالاتر باند می شود و سپس لیگاند دوم که پایدارتر ولی با حلالیت کمتر است جایگزین لیگاند اول در کمپلکس ساخته شده می شود.

به عنوان مثال در کیت سستامیبی، سدیم سیترات نقش لیگاند ضعیف ولی با حلالیت بالاتر اولیه را دارد. ابتدا کمپلکس Tc-سیترات به وجود می آید و بعد با تعویض لیگاندی سیترات و سستامیبی، کمپلکس Tc-سستامیبی تشکیل می شود.

۱۳. مشخص نمائید در واکنش هسته ای تولید Y-87 در سیکلوترون، چه ذره ای (ذراتی) و به چه تعدادی از هسته خارج می گردند؟

$$^{89}_{39}Y + p \rightarrow {}^{87}_{39}Y + ?$$

الف) 2n

ب) Pn

ج) 2p

د) p2n

پاسخ: د

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۴

در واکنش هسته ای تولید ایتریوم ۸۷ (با عدد اتمی ۳۹) در سیکلوترون، یک پروتون به ایتریوم ۸۹ (با عدد اتمی ۳۹) برخورد میکند، و در مجموع عدد جرمی و عدد اتمی سمت چپ واکنش به ترتیب ۹۰ و ۴۰ میشود. با کم کردن عدد اتمی و عدد جرمی ایتریوم از این اعداد، ذره ای با عدد جرمی ۳ و عدد اتمی ۱ برای سمت راست معادله نیاز خواهیم داشت. از میان گزینه ها گزینه د (دو نوترون و یک پروتون) این ویژگی را دارد.

۱۴. محاسبه کنید اکتیویته ویژه یک رادیونوکلید carrier free با نیمه عمر 313 ساعت و عدد جرمی 100 چند mCi/mg است؟

الف) 10^2

ب) 10^3

ج) 10^5

د) 10^7

پاسخ: ج

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۴

برای محاسبه اکتیویتی ویژه یک رادیونوکلئاید Carrier Free، میتوان از فرمول خلاصه شده زیر استفاده کرد:

$$\text{Specific Activity (mCi/mg)} = (3.13 \times 10^9) / A \times t_{1/2}$$

طبق ارقام داده شده در صورت سوال:

$$\text{Specific Activity (mCi/mg)} = (3.13 \times 10^9) / 100 \times 313 = 10^5$$

دقت داشته باشید در این فرمول از نیمه عمر با واحد ساعت استفاده می شود.

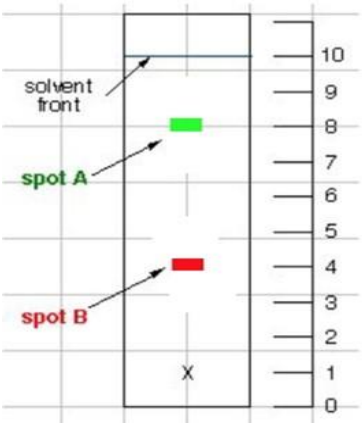
۱۵. برای بررسی خلوص رادیوشیمیایی یک رادیودارو TLC زیر انجام شده است. میزان Retention Factor (RF) مربوط به لکه B چقدراست؟

الف) 0.20

ب) 0.33

ج) 0.40

د) 0.78



پاسخ: ب

رادیوفارماسی ساها ۲۰۱۸ فصل ۸

در TLC، R_f (retention factor) نشان دهنده نسبت فاصله طی شده هر جزء به فاصله طی شده توسط حلال از نقطه ابتدایی گذاشتن نمونه است. در این تصویر نقطه ای که با ضربدر علامتگذاری شده همان نقطه ای است که نمونه رو آن گذاشته شده و در مقابل عدد ۱ قرار گرفته. حلال و نقطه B نیز به ترتیب در مقابل عدد ۱۰ و ۴ قرار دارند.

بنابراین برای محاسبه R_f نقطه B :

$(4 – 1) / (10 – 1) = 0.33$

۱۶. پرتوزایی ویژه ماده پرتو زای الف برابر 16 میلی کوری بر میلی گرم است. ماده پرتو زای ب دارای نیمه عمر 4 برابر ماده الف و عدداتمی آن دو برابر ماده الف می باشد. پرتو زایی ویژه ماده ب چند میلی کوری بر میلی گرم است.

الف) 8

ب) 4

ج) 2

د) 1

پاسخ: ج

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۳

باز هم اکتیویتی ویژه ولی این بار در قالب سوال فیزیک!

همان طور که پیش تر هم گفته شد طبق فرمول، اکتیویته ویژه رادیونوکلئاید carrier free با میزان اکتیویتی و ثابت ×واپاشی رابطه مستقیم و با نیمه عمر و عدد اتمی ارتباط معکوس دارد.

بنابراین ماده پرتوزای ب که نیمه عمری چهار برابر و عدد اتمی دو برابر ماده الف دارد، اکتیویتی ویژه ای معادل یک هشتم ماده الف (که میشود ۲!) خواهد داشت.

۱۷. با افزایش قطر حلقه آشکار ساز دستگاه PET، کدامیک از گزینه های زیر درست است؟

الف) حساسیت کاهش می یابد

ب) خطای Parallax افزایش می یابد

ج) خطای Noncolinearity کاهش می یابد

د) باید coincidence timing window را کاهش دهیم

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۳

طبق فرمول حساسیت پت:

$$\text{Sensitivity} = (A \times \varepsilon^2 \times e^{-\mu t} \times 3.7 \times 10^4) / (\pi \times D^2)$$

D (قطر رینگ) با توان دو در مخرج قرار گرفته در نتیجه افزایش قطر رینگ منجر به کاهش حساسیت میشود.

خطای پارالاکس با افزایش قطر رینگ کاهش می یابد. چرا که هر چقدر قطر بیشتر باشد کریستال ها عمودی تر قرار میگیرند.

خطای noncolinearity معادل 0.0022D است در نتیجه ارتباط مستقیم با قطر رینگ دارد.

۱۸. علت اصلی بروز پدیده Partial volume effect کدامیک از عبارات زیر است؟

الف) محدودیت دستگاه در Spatial resolution

ب) طولانی بودن زمان تصویر برداری

ج) مناسب نبودن اندازه ماتریس تصویر

د) زیاد بودن نویز تصویر

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۲

Partial volume effect اثری است که کیفیت تمامی دستگاه های تصویربردای را متاثر میکند. این افکت موجب تغییر شدت جذب یک ابژه می شود. علت این پدیده محدودیت رزولوشن فضایی دستگاه است و زمانی که ابژه کوچکتر از دو الی سه برابر رزولوشن فضایی دستگاه باشد خود را بروز میدهد. اگر ضایعه Hotدر زمینه coldباشد به صورت smear شدن اکتیویتی در بک گراند (spill out) و بزرگتر دیده شدن ضایعه می شود و اگر بالعکس باشد ضایعه کوچک تر (spill in) دیده می شود.

۱۹. جمله »در این ناحیه، ذرات یونیزان ثانویه تولید نمی شوند و ضریب تقویت گاز برابر 1 است و امکان تفکیک فوتون های با انرژی های مختلف وجود دارد« در مورد کدامیک از نواحی عملکردی آشکارساز گازی صادق است؟

الف) Ionization chamber

ب) Recombination

ج) Proportional

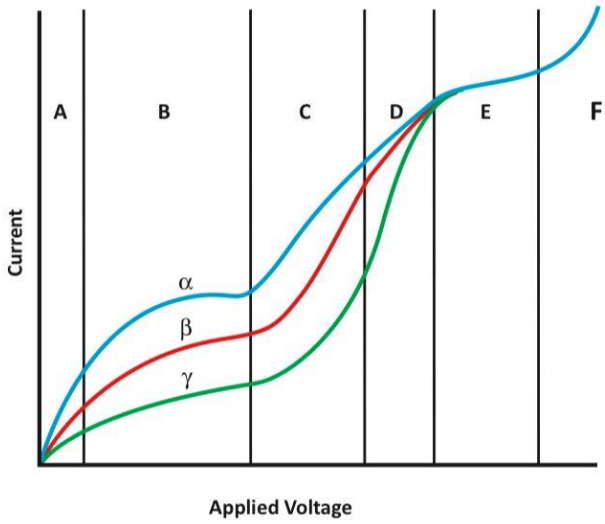
د) Geiger

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۷

تصویر زیر نشان می دهد با افزایش ولتاژ در آشکارسازهای گازی چه تغییری در جریان خروجی برای پرتوهای مختلف ایجاد می شود.

در قسمت B که همان منطقه saturation یا ionization chamber است با افزایش ولتاژ پاسخ آشکارساز تغییری نمی کند و خروجی ثابت است. همچنین امکان افتراق انواع پرتوها در این منطقه وجود دارد.



۲۰. در محاسبه اکتیویته اولیه یک چشمه ارسالی به مرکز پزشکی هسته ای، بر مبنای مقدار اندازه گیری شده با دوز کالیبراتور، از کدام فاکتور زیر استفاده می شود؟

الف) $e^{+\lambda t}$

ب) $e^{-\lambda t}$

ج) t/λ

د) t/Ta

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳

فصل ۳

برای محاسبه اکتیویتی در زمان t از فرمول زیر استفاده می شود:

$A_t = A_0 e^{-\Lambda t}$

به $e^{-\Lambda t}$، فاکتور واپاشی گفته می شود. در صورتی که بخواهیم اکتیویتی زمانی قبل از t=0 رابسنجیم (مثلا اکتیویته اولیه چشمه ارسال شده به مرکز)، فاکتور واپاشی به صورت $e^{+\Lambda t}$ در فرمول فوق قرار میگیرد.

۲۱. در صورتی که لایه نیم جذب سرب در مورد تکنسیم برابر با HVL = 0.03 cm باشد، ضخامت لایه Tenth Value Layer (TVL) آن چند سانتی متر خواهد بود؟

الف) 0.3

ب) 3

ج) 0.0996

د) 0.996

پاسخ: ج

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۶

ضخامت نیم لایه (HVL) ضخامتی است که با آن تعداد پرتوهای عبوری نصف می شوند.

با ساده سازی فرمول اولیه، فرمولی ساده (مشابه رابطه نیمه عمر و ثابت واپاشی) بین ضخامت نیم لایه و ضریب تضعیف خطی (μ) به وجود می آید:

$$HVL\ (cm) = 0.693 / \mu$$

همچنین برای محاسبه ضخامتی که با آن تعداد پرتوهای عبوری به یک دهم می رسند (TVL) از فرمول ساده شده زیر استفاده می شود:

$$TVL\ (cm) = HVL \times 3.32$$

طبق این فرمول ضخامت TVL سرب به این صورت محاسبه میشود:

۰,۰۹۹۶ = ۳,۳۲× ۰,۰۳

۲۲. در صورتی که نوسانات آماری در جمع آوری فوتون ها و همچنین نور تولید شده در آشکار سازهای سوسوزن کاهش یابد:

الف) رزولوشن انرژی بهتر میشود

ب) بازدهی بالاتر می رود

ج) بازدهی ذاتی بهینه می شود

د) رزولوشن انرژی بدتر می شود

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۰

نوسانات آماری حین تولید فوتون های نوری اثر مخرب روی رزولوشن ایجاد میکنند. این پدیده با گاماهای کم انرژی بیشتر رخ می دهند در نتیجه رزولوشن intrinsic با گاماهای پرانرژی بهتر و با گامای کم انرژی بدتر است.

۲۳. کدامیک از کریستالهای زیر سریعترین زمان پاسخ (Shortest Decay Time) را دارد؟

الف) BGO

ب) LSO

ج) BaF2

د) LYSO

پاسخ: ج

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۸

طبق جدول زیر کریستال BaF_2 کوتاه ترین decay time و کم ترین photon yieldرا دارد.

در مورد جدول زیر توصیه میکنم اینکه بیشترین و کمترین مقادیر مربوط به کدام کولیماتورها هستند را به خاطر بسپارید.

Detectors	Effective Atomic no (Z)	Density (g/cm^3)	Scintillation decay time (ns)	Photon yield (per keV)
NaI(T1)	51	3.67	250	38
BGO	74	7.13	300	6
BaF_2	54	4.89	0.6	2
GSO	59	6.71	50	10
LSO	66	7.40	40	29
YSO	34	4.53	70	46
CsI(T1)	54	4.51	1000	52
LYSO	65	7.2	50	25
YAP	39	5.4	27	18
$LaBr_3$	47	5.3	16	61
CZT	50	5.8	–	–

۲۴. مهمترین آزمون کنترل کیفی (QC) که به صورت روزانه بایستی بر روی سیستم تصویربرداری PET انجام شود، کدام است؟

الف) Detector calibration

ب) Sinogram check

ج) Cross Calibration

د) PET/CT Gantry Alignment

پاسخ: ب

فیزیک ساها ۲۰۱۳

فصل ۱۳

در مورد تست های کنترل کیفی پت کتاب ساها فقط به دو مورد اشاره کرده است:

۱- چک سینوگرام که روزانه انجام می شود.

۲- نرمالیزیشن که هفتگی چک میشود.

۲۵. استفاده از روش زمان پرواز (TOF) در اسکنر PET/CT چه مزیتی دارد؟

الف) افزایش رزولوشن مکانی

ب) افزایش کنتراست

ج) افزایش حساسیت

د) افزایش رزولوشن انرژی

پاسخ: ب

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۳

TOF یا time of flightمتدی است که به کمک آن میتوان مکان نابودی (annihilation) پوزیترون را تخمین زد. این کاربه کمک محاسبه اختلاف زمان دو فوتون رسیده به دتکتورها انجام می شود.

با اجرای این متد، timing resolution بهتر می شود وهم چنین SNR (نسبت سیگنال به نویز- کنتراست) افزایش می یابد.

در مورد رزولوشن همیشه مراقب کلمه افزایش یا کاهش باشید و فراموش نکنید که افزایش عددی رزولوشن به معنی بدتر شدن آن است.

۲۶. در یک اسکنر PET، ابعاد کریستالها x66 میلی متر می باشد. بدون در نظر گرفتن سایر پارامترهای مخرب رزولوشن، بهترین رزولوشن قابل دستیابی در این اسکنر چند میلی متر است؟

الف) 2

ب) 3

ج) 4

د) 6

پاسخ: ب

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۳

در محاسبه رزولوشن پت، سایز کریستال موثرترین آیتم است. اگر قطر کریستال D باشد، رزولوشن پت در سطح خود کریستال D و ولی بین دو دتکتور (در بدن) D/2 است.

۲۷. در یک کولیماتور حفره موازی، با افزایش کدام پارامتر رزولوشن کلی سیستم بهبود می یابد؟

الف) قطر حفره

ب) فاصله کولیماتور تا کریستال

ج) طول موثر حفره

د) فاصله بیمار تا کولیماتور

پاسخ: ج

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۰

فرمول رزولوشن کولیماتور حفره موازی:

$$Rg = d\ \frac{(te + b + c)}{te}$$

طبق این فرمول:

c= فاصله کولیماتور و کریستال

b= فاصله بیمار و کولیماتور

t= ضخامت میله های سربی کولیماتور

d= قطر حفره های کولیماتور

t_e= طول موثر حفره کولیماتور

برای بهبود رزولوشن مقدار عددی رزولوشن باید کمتر شود. در میان گزینه ها با افزایش طول موثر حفره این اتفاق رخ می دهد.

۲۸. با افزایش فاصله بین چشمه تا کولیماتور تا حدود 20 سانتی متر، در کدامیک از کولیماتورهای زیر مقدار رزولوشن مکانی کمتر تخریب می شود؟

الف) حفره موازی با حساسیت بالا

ب) همگرا

ج) واگرا

د) پین هول

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۰

طبق نمودار زیر با افزایش فاصله چشمه تا کولیماتور تا ۲۰ سانتی متر، مقدار عددی رزولوشن مکانی همه کولیماتور ها افزایش می یابد (بدتر شدن رزولوشن). شیب این افزایش برای کولیماتور حفره موازی با حساسیت بالا (A) از همه بیشتر است.

۲۹. کدامیک از گزینه های زیر جزو کوانتوم نویز (نویز تصادفی) محسوب می شود؟

الف) پراکندگی فوتونها در آشکارساز

ب) غیر یکنواخت بودن آشکارساز

ج) بازسازی توموگرافیک تصاویر در اسپکت

د) برهم افتادگی (Overlap) بافت ها در تصاویر پلنار

پاسخ: الف

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۰

نویز تصادفی (random noise) یا کوانتوم نویز، در زمینه واریاسیون آماری کانت بک گراند ایجاد شده و به صورت انحراف معیار کانت بک گراند تعریف می شود:

$$Noise = \sqrt{B}$$

منشا واریاسیون های آماری بک گراند اسکترهای با منشا بیمار و دتکتور و همچنین septal penetration فوتون ها در کولیماتور هستند. این کانت ها نویز تصویر را افزایش و کنتراست آن را کاهش می دهند.

۳۰. در تصویربرداری اسپکت استخوان با ماتریس سایز x128128، میدان دید x5050 سانتی متر و زوم 5.1، بیشترین فرکانس تصویر چند سیکل بر سانتی متر است؟

الف) 0.25

ب) 0.5

ج) 2

د) 2.5

پاسخ: ج

فیزیک ساها ۲۰۱۳ فصل ۱۲

برای اعمال کردن Filter Back Projection (FBP) می توان در فضای تصویر یا در فضای فرکانس کار کرد.

هر تصویری که در فضای فرکانس وارد شود، یک فرکانس ماکسیمم دارد. این فرکانس ریزترین است و به آن nyquist گفته میشود. در این فرکانس یک سیکل (یک قله و یک دره) را در دو پیکسل و نیم سیکل را در یک پیکسل می بینیم.

پس برای محاسبه فرکانس nyquist نیاز به دانستن سایز پیکسل داریم.

به کمک اطلاعاتی که صورت سوال در اختیارمان گذاشته و طبق فرمول زیر سایز پیکسل را به دست می آوریم:

$$\text{Pixel size} = \text{FOV} / (\text{matrix size} \times \text{zoom}) = 50 / (128 \times 1.5) = 0.26 \text{ cm}$$

در نتیجه در ۰,۲۶ سانتی متر نیم سیکل از فرکانس nyquist راداریم و در یک سانتی مترحدود ۲ سیکل را خواهیم داشت.

۳۱. خانم ۲۳ ساله مورد کانسر پستان ($ER^{-}, PR^{-}, Her2+^{+++}$) تحت درمان قرار می گیرد. برای بررسی پاسخ به درمان کدامیک از رادیو داروهای زیر می تواند کمک کننده تر باشد؟

الف) ۱۸F-FES

ب) ۱۸F-FFNP