



302  
F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه  
۹۳/۱۲/۱۵  
دفترچه شماره ۱ از ۲

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.  
امام خمینی (ره)

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

**آزمون ورودی**  
**دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴**

**مهندسی هسته ای - پرتوپزشکی (کد ۲۳۶۷)**

تعداد سؤال: ۴۵  
مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات مهندسی، حفاظت در برابر اشعه، رادیوایزوتوپها در پزشکی)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.  
استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.  
اسفند ماه - سال ۱۳۹۳

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات 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 متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

- ۱- برای توابع ویژه و مقادیر ویژه مسئله روبرو، کدام گزینه صحیح است؟
- (۱)  $y_n(x) = \sin(\alpha_n x)$  با شرط  $\tan(\alpha_n \pi) = 2\alpha_n$  ،  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
- (۲)  $y_n(x) = \sin(\alpha_n x)$  با شرط  $\tan(\alpha_n \pi) = \alpha_n$  ،  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
- (۳)  $y_n(x) = \sin(\alpha_n x)$  با شرط  $\tan(\alpha_n) = \alpha_n$  ،  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$
- (۴)  $y_n(x) = \sin(\alpha_n x)$  با شرط  $\cot(\alpha_n \pi) = \alpha_n$  ،  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

- ۲- پاسخ کراندار  $w(x, t)$  مسئله مقدار اولیه کرانه‌ای زیر، کدام است؟

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} & , x > 0, t > 0 \\ w(x, 0) = \frac{\partial w(x, 0)}{\partial t} = 0 & , x \geq 0 \\ \frac{\partial w(0, t)}{\partial x} = \cos t & , t \geq 0 \end{cases}$$

(۱)  $-\sin\left(\frac{t-x}{2}\right)u(t-x)$  ، که در آن،  $u$  تابع پله واحد است.

(۲)  $-\frac{1}{2}\sin(2t-2x)u(t-x)$  ، که در آن،  $u$  تابع پله واحد است.

(۳)  $-\sin(t-x)u(t-x)$  ، که در آن،  $u$  تابع پله واحد است.

(۴) پاسخ کراندار ندارد.

- ۳- یک راه حل مسئله مقدار اولیه کرانه‌ای (یا مرزی) به صورت زیر:

$$\begin{cases} u_{tt} - a^2 u_{xx} = f(x, t) & , 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = g(x), u_t(x, 0) = h(x) \\ u(0, t) = 0 = u(L, t) & , t > 0 \end{cases}$$

( $f$  و  $g$  و  $h$  توابع تکه‌ای هموار داده شده‌اند) آن است که شرایط اولیه داده شده و توابع  $f$  (معلوم) و  $u$

(مجهول) را بر حسب یک پایه متعامد مناسب  $\{\phi_k(x)\}_{k=1}^{\infty}$ ، به صورت زیر بسط دهیم:

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t)\phi_k(x), f(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} f_k(t)\phi_k(x), g(x) = \sum_{k=1}^{\infty} g_k\phi_k(x), h(x) = \sum_{k=1}^{\infty} h_k\phi_k(x)$$

و سپس با قرار دادن این کاندیداها در معادلات مسئله داده شده، مجهولات  $u_k(t)$  را بیابیم. در این صورت

پایه متعامد  $\{\phi_k(x)\}_{k=1}^{\infty}$ ، کدام است؟

(۱)  $\left\{ \sin \frac{k\pi x}{L} \right\}_{k=1}^{\infty}$  (۲)  $\left\{ \cos \frac{k\pi x}{L} \right\}_{k=0}^{\infty}$

(۳)  $\left\{ \sin \frac{(2k-1)\pi x}{2L} \right\}_{k=1}^{\infty}$  (۴)  $\left\{ \cos \frac{(2k-1)\pi x}{2L} \right\}_{k=1}^{\infty}$

۴- برای تابع  $f(x) = x \cos x$ ،  $0 < x < \pi$ ، سری فوریه کسینوسی نیم دامنه را در نظر می گیریم. سه جمله اول این سری، کدام است؟

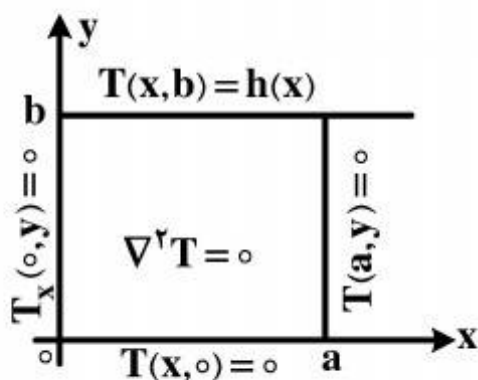
$$(1) \quad -\frac{2}{\pi} + \pi \cos x - \frac{20}{9\pi} \cos 2x$$

$$(2) \quad -\frac{2}{\pi} + \cos x - \frac{20}{9\pi} \cos 2x$$

$$(3) \quad -\frac{2}{\pi} + \frac{\pi}{2} \cos x - \frac{10}{9\pi} \cos 2x$$

$$(4) \quad -\frac{2}{\pi} + \frac{\pi}{2} \cos x - \frac{20}{9\pi} \cos 2x$$

۵- در مسئله مقدار مرزی معادله دیفرانسیل لاپلاس زیر، پایه متعامد بسط تابع  $h(x)$  داده شده به سری فوریه، کدام است؟



$$(1) \quad \left\{ \cos \frac{k\pi x}{2a} \right\}_{k=1}^{\infty}$$

$$(2) \quad \left\{ \cos \frac{(2k-1)\pi x}{2a} \right\}_{k=1}^{\infty}$$

$$(3) \quad \left\{ \sin \frac{(2k-1)\pi x}{2a} \right\}_{k=1}^{\infty}$$

$$(4) \quad \left\{ \frac{1}{2}, \cos \frac{\pi x}{a}, \cos \frac{2\pi x}{a}, \dots, \cos \frac{k\pi x}{a}, \dots \right\}$$

۶- مقدار انتگرال  $I = \int_0^{\infty} \frac{(\ln x)^2}{1+x^2} dx$ ، کدام است؟

$$(1) \quad \frac{\pi^2}{16}$$

$$(2) \quad \frac{\pi^2}{8}$$

$$(3) \quad \frac{\pi^2}{4}$$

$$(4) \quad \frac{\pi^2}{8} + \frac{\pi^2}{4}$$

۷- با فرض اینکه، جواب مسئله مقدار اولیه  $\begin{cases} u_t - u_{xx} = 0 \\ u(x, 0) = \phi(x) \end{cases}$   $(-\infty < x < \infty)$  و  $\phi$  تابع معلوم، به صورت

$$u(x, t) = \frac{1}{\sqrt{4\pi t}} \int_{-\infty}^{\infty} \phi(\zeta) e^{-\frac{(x-\zeta)^2}{4t}} d\zeta$$

در حالت خاصی که شرط اولیه به صورت  $\phi(x) = \begin{cases} T_1, & x > 0 \\ T_2, & x < 0 \end{cases}$  ( $T_1$  و  $T_2$  ثابت) باشد، آنگاه کدام مورد، صحیح است؟

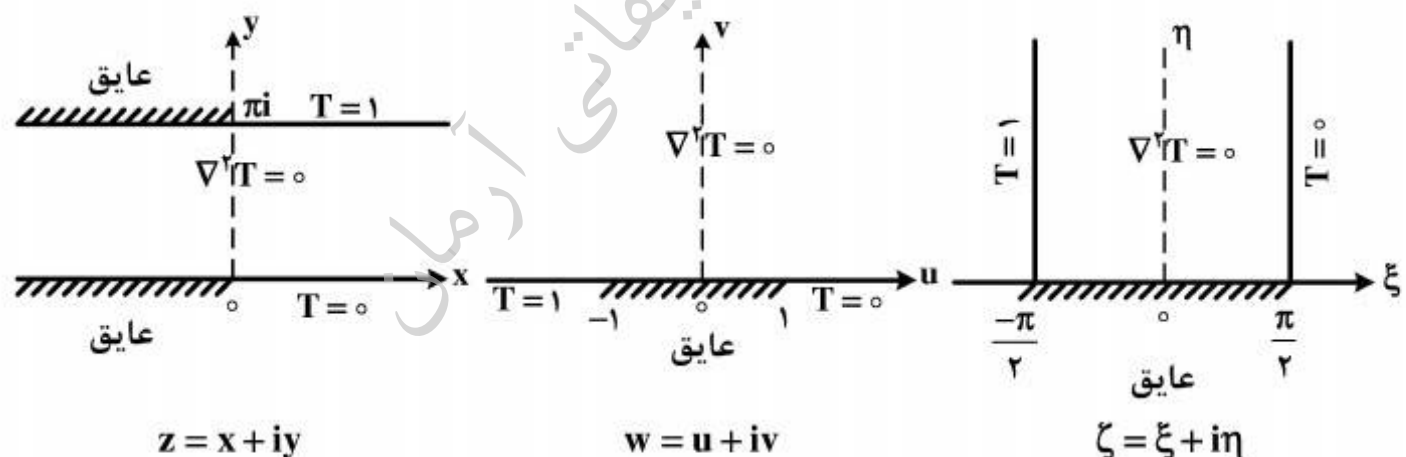
$$u(x, t) = \frac{T_1 + T_2}{2} + \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{\sqrt{4t}}} e^{-\alpha^2} d\alpha \quad (1)$$

$$u(x, t) = \frac{T_1 - T_2}{2} + \frac{T_1 + T_2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{\sqrt{4t}}} e^{-\alpha^2} d\alpha \quad (2)$$

$$u(x, t) = (T_1 - T_2) \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{\sqrt{4t}}} e^{-\alpha^2} d\alpha \right) \quad (3)$$

$$u(x, t) = (T_1 + T_2) \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{x}{\sqrt{4t}}} e^{-\alpha^2} d\alpha \right) \quad (4)$$

۸- سه مسئله مقدار مرزی زیر، برای معادله دیفرانسیل لاپلاس داده شده‌اند. جواب کراندار در نیمه نوار قائم و دو نگاهت مناسب از صفحه  $\zeta$  به صفحه  $w$  و سپس از صفحه  $w$  به صفحه  $z$ ، که جواب‌های کراندار دو مسئله مقدار مرزی دیگر را بدهند، کدامند؟



$$z = e^w, w = \sin \zeta, T(\xi, \eta) = \frac{1}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} - \xi \right) \quad (1)$$

$$w = \text{Log} z, \zeta = \sin w, T(\xi, \eta) = \frac{1}{\pi} \left( \xi - \frac{\pi}{2} \right) \quad (2)$$

$$w = \text{Log} z, w = \sin \zeta, T(\xi, \eta) = \frac{1}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} - \xi \right) \quad (3)$$

$$z = \text{Log} w, w = \sin \zeta, T(\xi, \eta) = \frac{1}{\pi} \left( \frac{\pi}{2} - \xi \right) \quad (4)$$

۹- با انتگرال گیری از تابع مختلط  $f(z) = \frac{e^{az}}{1+e^z}$  ( $a < 1$  ثابت) روی کرانه مستطیل  $|x| < R$

در جهت مثلثاتی، و سپس میل دادن  $R \rightarrow \infty$ ، مقدار  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ax}}{1+e^x}$ ، کدام است؟

$$\frac{\pi}{\sin(\pi a)} \quad (1)$$

$$\frac{2\pi}{\sin(\pi a)} \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{\sinh(\pi a)} \quad (3)$$

$$\frac{2\pi}{\sinh(\pi a)} \quad (4)$$

۱۰- اگر  $f(z)$  تابع تام،  $|f(z)| \leq 1$  و  $f(0) = 2$ ، آنگاه مقدار  $f(\ln 2)$  کدام است؟

(۱) صفر

(۲)  $\frac{3}{4}$

(۳) ۱

(۴)  $\frac{8}{5}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

۱۱- عمر متوسط و نیمه عمر یک ماده پرتوزا به ترتیب (از راست به چپ)، کدام است؟

$$T = \frac{0.693}{\lambda}, \tau = 1.44T \quad (1)$$

$$T = 1.44\tau, \tau = \frac{1}{\lambda} \quad (2)$$

$$T = 1.44\lambda, \tau = 0.693\lambda \quad (3)$$

$$T = \frac{\tau}{1.44}, \tau = \frac{1}{\lambda} \quad (4)$$

۱۲- تعادل پایدار (Secular Equilibrium) و تعادل گذرای (Transient Equilibration) دو ماده پرتوزای

مادر و دختر به ترتیب (از راست به چپ)، کدام است؟

$$Q_B = \frac{\lambda_B}{\lambda_B - \lambda_A} Q_A, Q_B = Q_A(1 - e^{-\lambda_B t}) \quad (1)$$

$$Q_B = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} Q_A, Q_B = \frac{Q_A}{\lambda_B}(1 - e^{-\lambda_A t}) \quad (2)$$

$$Q_B = Q_A(1 - e^{-\lambda_B t}), Q_B = \frac{\lambda_B}{\lambda_B - \lambda_A} Q_A \quad (3)$$

$$Q_B = Q_A(1 - e^{-\lambda_B t}), Q_B = \frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_B} Q_A \quad (4)$$

۱۳- یک چشمه  $^{32}\text{P}$  بتازا با انرژی  $1.71\text{MeV}$  با پرتوایی ویژه  $3.7 \times 10^{10} \frac{\text{Bq}}{\text{g}}$  در دست است و قرار است

با ماده سرب، حفاظ گذاری مناسب گردد. اگر چشمه، بتازا ۵ گرم وزن داشته باشد، شار پرتوهای ترمزی در فاصله ۱۰ سانتی متری از چشمه، کدام است؟

$$2.4 \times 10^6 \frac{\text{ph}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} \quad (1)$$

$$2.47 \times 10^4 \frac{\text{ph}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} \quad (2)$$

$$2.7 \times 10^6 \frac{\text{ph} \cdot \text{cm}^2}{\text{s}} \quad (3)$$

$$1.4 \times 10^6 \frac{\text{ph} \cdot \text{cm}^2}{\text{s}} \quad (4)$$

۱۴- مقطع مؤثر دیفرانسیل نظری پدیده کمپتون در یک زاویه فضایی  $d\Omega$ ، کدام است؟

$$\frac{d\sigma_t}{d\Omega} \propto \frac{e^f}{m_0 c^2} \quad (1)$$

$$\frac{d\sigma_t}{d\Omega} = \frac{e^f}{m_0 c^2} \times \frac{dE}{dx} \quad (2)$$

$$\frac{d\sigma_t}{d\Omega} = \frac{e^f}{2m_0^2 c^4} \quad (3)$$

$$\frac{d\sigma_t}{d\Omega} \propto \frac{e^f}{2m_0^2 c^4} \quad (4)$$

۱۵- در قله براگ، یک ذره آلفا ( $\alpha$ ) در عبور از هوا یا یک ماده:

(۱) یون سازی ویژه و توان ایستادگی دارای بالاترین مقدار است.

(۲) کرما و دز جذب شده با هم برابرند.

(۳) یون سازی ویژه، کمترین و  $\frac{dE}{dx}$  نیز دارای کمترین مقدار است.

(۴) ضریب کاهش خطی و ضریب کاهش جرمی دارای بالاترین مقدار است.

۱۶- برای کاربرد یک تبدیل کننده (Converter) مناسب جهت دزیمتری نوترون های حرارتی، کدام یک بهتر است؟

(۱)  $^{10}\text{B}$  ۱۰٪ غنی شده

(۲)  $^{10}\text{B}$  ۴۰٪ غنی شده

(۳)  $^6\text{Li}$  ۱۰۰٪ غنی شده

(۴)  $^{113}\text{Cd}$  ۱۰۰٪ غنی شده

۱۷- در شرایط تعادل الکترونی، پرتوهای X و گاما در هوا:

(۱) کرما از دز جذب شده بالاتر است.

(۲) کرما و دز جذب شده دارای کمترین مقدارند.

(۳) کرما از دز جذب شده بالاتر است.

(۴) کرما و دز جذب شده با هم برابر است.

۱۸- آهنگ دز پوست فردی که در ابری از  $^{85}\text{Kr}$  با غلظت  $3.7 \text{ kBq.m}^{-3}$  (کیلو بکرل بر متر مکعب) قرار دارد،

برابر چند میلی گری بر ساعت ( $\text{mGy.h}^{-1}$ ) است؟

$$\dot{D}_b = 9.0 \quad (1)$$

$$\dot{D}_b = 1.8 \quad (2)$$

$$\dot{D}_b = 1.8 \times 10^{-4} \quad (3)$$

$$\dot{D}_b = 1.5 \quad (4)$$

- ۱۹- حد دز کارکنان و حد دز مردم، به ترتیب برابر کدام است؟
- (۱) ۲۰ میلی‌گری در سال (متوسط ۵ سال) به شرطی که هر سال از ۵۰ میلی‌گری تجاوز ننماید - ۱ میلی‌سیورت
  - (۲) ۱۰۰ میلی‌سیورت در ۵ سال کاری به طوری که هر سال از ۲۰ میلی‌سیورت تجاوز ننماید - ۵ میلی‌سیورت
  - (۳) ۲۰ میلی‌سیورت در سال (میانگین ۵ سال) به طوری که هر سال از ۵۰ میلی‌سیورت تجاوز ننماید - ۱ میلی‌سیورت در سال
  - (۴) ۲۰ میلی‌گری در سال (میانگین ۵ سال) به طوری که هر سال از ۵۰ میلی‌گری تجاوز ننماید - ۱ میلی‌گری
- ۲۰- اصل برگونیه و تریبوندو، در پرتویولوژی چنین بیان می‌کند، سلول‌هایی از بدن به پرتوهای یون‌ساز حساس‌ترند که دارای آهنگ میتوز بالا:
- (۱) غیردیفرنشیت و آینده کاریوسینتیک پایین باشند.
  - (۲) دیفرنشیت و آینده کاریوسینتیک بالا باشند.
  - (۳) غیر دیفرنشیت و آینده کاریوسینتیک بالا باشند.
  - (۴) میوز پایین و دیفرنشیت پایین باشند.
- ۲۱- یک چشمه  $^{60}\text{Co}$  دارای پرتوزایی  $3.7 \times 10^5$  مگابکرل (MBq) است. اگر فردی با سرعت ۱ متر در ثانیه به طرف چشمه حرکت کرده و در فاصله ۱ متری از چشمه ۱۵ ثانیه توقف داشته باشد و با سرعت ۲ متر در ثانیه به محل اول خود برگردد، دز کل دریافتی این فرد چقدر است؟
- (۱) ۵ mSv
  - (۲) ۳/۵  $\mu\text{Gy}$
  - (۳) ۶ mGy
  - (۴) ۶۰۰  $\mu\text{Sv}$
- ۲۲- در یک میدان مختلط گاما، نوترون و بتا و گاز رادن (آلفا)، به ترتیب دزهای  $1 \frac{\text{mR}}{\text{h}}$ ،  $5 \frac{\mu\text{Gy}}{\text{h}}$  و  $5 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}}$ ، پرتوگیری خارجی و  $5 \frac{\text{mGy}}{\text{h}}$  از گاز رادن پرتوگیری ریه دریافت نموده است. اگر ۲ ساعت در این میدان کار شده باشد، معادل دز پرتوگیری خارجی و دز مؤثر کل پرتوگیری فرد، کدام است؟
- ریه  $W_T = 0.12$
- (۱) ۲۳۰  $\mu\text{Sv}$  و ۱۰ mSv
  - (۲) ۱۲/۳۰ mSv و ۲۳۰  $\pm 1 \mu\text{Sv}$
  - (۳) ۲۲۹  $\mu\text{Sv}$  و ۱۰ mSv
  - (۴) ۲۱۰  $\mu\text{Sv}$  و ۱۰/۲۱۰ mSv
- ۲۳- گزینه درست در مورد دز معادل میدانی یا محیطی، کدام است؟
- (۱) دز معادل فرد در یک نقطه بدن در میدان پرتو گسترده و همسو در عمق d از بدن
  - (۲) دز معادل در یک نقطه میدان پرتویی گسترده و همسو در عمق d شعاع کره ICRU، مخالف میدان همسو
  - (۳) دز جذبی در یک نقطه میدان، پرتویی همسو در عمق d شعاع کره ICRU، با قطر ۱۵ سانتی‌متر
  - (۴) معادل دز در یک نقطه میدان پرتویی گسترده و همسو در عمق d شعاع کره ICRU مخالف میدان همسو



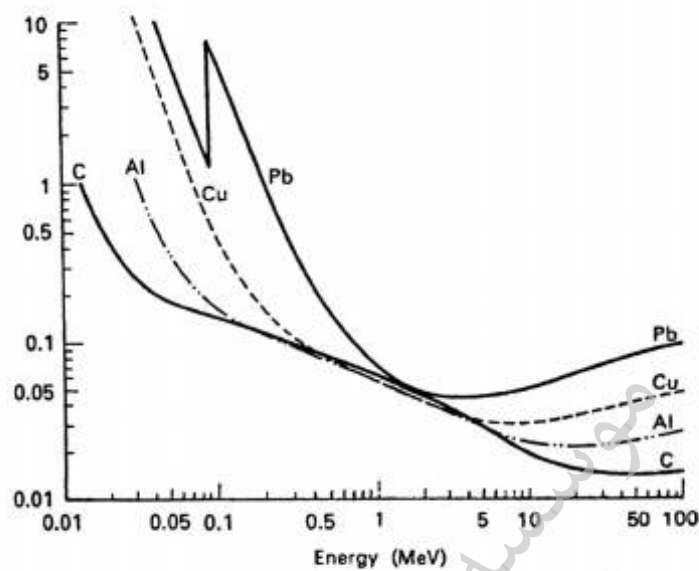
۲۴- تعریف درست دز معادل فردی  $H_p(d)$ ، کدام است؟

- (۱) معادل دز بافت نرم زیر یک نقطه مشخص از بدن در عمق  $d$ ، برای پرتوهای یون‌سازی کننده قوی و ضعیف  
 (۲) دز معادل بافت نرم زیر یک نقطه مشخص از بدن در عمق مناسب  $d$ ، برای پرتوهای یون‌سازی کننده ضعیف و قوی

(۳) دز معادل بافت نرم زیر یک نقطه مشخص از یک فانتوم

(۴) برابر دز معادل بافت نرم زیر یک نقطه از یک فانتوم

۲۵- در رابطه با شکل زیر، گزینه درست کدام است؟



(۱) انتقال خطی انرژی در انرژی‌های ۱ تا ۳ MeV، در مواد مختلف برابر است.

(۲) ضریب کاهش خطی در انرژی کمتر از ۱ MeV، بیشتر به پدیده جفت‌سازی برمی‌گردد.

(۳) ضریب کاهش جرمی در انرژی‌های ۱ تا ۳ MeV، برای مواد مختلف برابر است.

(۴) ضریب کاهش خطی در انرژی‌های بین ۱ تا ۳ MeV، برای مواد مختلف برابر است.

۲۶- اگر فردی ۳۰ میلی‌سیورت در سال اول پنج سال کاری دریافت کرده باشد، در سال بعد تا چند میلی‌سیورت می‌تواند دریافت نماید؟

(۱) ۲۷/۵

(۲) ۲۰

(۳) ۱۷/۵

(۴) ۵۰

۲۷- برای حفاظ سازی نوترون‌های تند، روش مناسب به ترتیب کدام است؟

(۲) کادمیوم، پلی اتیلن، سرب

(۴) پلی اتیلن، کادمیوم، سرب

(۱) پلی اتیلن، سرب، کادمیوم

(۳) سرب، پلی اتیلن، کادمیوم

- ۲۸- در نزدیک یک باریکه پرتو (Beam Tube) در یک راکتور هسته‌ای، نوترون‌های حرارتی، فوق حرارتی و تند و همچنین پرتوهای X و گاما موجود است. گزینه درست در مورد انتخاب وسایل مناسب، کدام است؟
- (۱) مونیتور  ${}^3\text{He}$  برای نوترون‌های حرارتی، فوق حرارتی و تند و مونیتور اتاقک تناسبی برای پرتوهای X و گاما
- (۲) مونیتور  $\text{BF}_3$  برای نوترون‌های حرارتی، فوق حرارتی و تند و آشکارساز گایگر برای پرتوها X و گاما
- (۳) دزیمترهای  ${}^6\text{LiF}$  و  ${}^7\text{LiF}$  برای کره‌های پلی‌اتیلنی
- (۴) مونیتور  ${}^6\text{LiI}(\text{Eu})$  بدون پوشش پلی‌اتیلنی برای نوترون‌های حرارتی و با پوشش پلی‌اتیلنی برای نوترون‌های فوق حرارتی و تند و مونیتور با آشکارساز اتاقک یون‌ساز برای پرتوهای X و گاما
- ۲۹- یک سیم پرتوزای گاما دهنده با ایزوتوپ مشخص دارای طول بی‌نهایت است. دز فردی که در نقطه A با فاصله h از این چشمه قرار می‌گیرد، کدام است؟ ( $\Gamma$  = ثابت پرتودهی گاما،  $N$  = پرتوزایی در واحد طول)

$$D_A = \frac{1}{2} \frac{\pi N \Gamma}{h} \quad (1)$$

$$D_A = \frac{\pi N \Gamma}{h} \quad (2)$$

$$D_A = \frac{1}{2} \frac{\pi N}{h \Gamma} \quad (3)$$

$$D_A = \frac{\pi N}{h \Gamma} \quad (4)$$

- ۳۰- دز ارتكابی (Dose Commitment) یک بافت در صورت ورود یک ماده پرتوزا به آن، با کدام رابطه محاسبه می‌شود؟

$$D = \frac{D_0}{\lambda_E} (1 - e^{-\lambda_E t}) \quad (1)$$

$$D = D_0 e^{-\lambda_B t} \quad (2)$$

$$D = D_0 \lambda_E e^{-\lambda_E t} \quad (3)$$

$$D = D_0 \lambda_E \quad (4)$$

- ۳۱- چنانچه نیمه عمر  ${}^{99}\text{Mo}$  برابر ۶۶ ساعت و نیمه عمر  ${}^{99m}\text{Tc}$  برابر ۶ ساعت باشد، پس از چند ساعت اکتیوینته  ${}^{99m}\text{Tc}$  به حداکثر خود می‌رسد ( $\ln 11 = 2.4$ ).

$$6 \quad (1)$$

$$11 \quad (2)$$

$$22 \quad (3)$$

$$66 \quad (4)$$

- ۳۲- کدام یک از واکنش‌های زیر، درست است؟

$$n \rightarrow p + \beta^+ + \nu^+ \quad (1)$$

$$n \rightarrow p + \beta^- + \nu^+ \quad (2)$$

$$n \rightarrow p + \beta^- + \nu^- \quad (3)$$

$$n \rightarrow p + \beta^+ + \nu^- \quad (4)$$

- ۳۳- در مورد رادیو نوکلید، گزینه درست کدام است؟
- (۱) تولید رادیو نوکلید با هزینه پایین در شتاب‌دهنده
  - (۲) تولید رادیو نوکلید با اکتیویته ویژه بالا با واکنش هسته‌ای  $(n, \gamma)$
  - (۳) تولید رادیو نوکلید با اکتیویته بالا با واکنش هسته‌ای  $(n, f)$
  - (۴) تولید رادیو نوکلید با اکتیویته پایین در ژنراتور
- ۳۴- گزینه درست، کدام است؟
- (۱) رادیو نوکلیدهای گسیلنده  $\beta^-$  با انرژی بالا، برای درمان و کاهش درد و متاستاز مفید هستند.
  - (۲) رادیو نوکلیدهای گسیلنده  $\beta^+$  با انرژی بالا، برای درمان و کاهش درد و متاستاز مفید هستند.
  - (۳) رادیو نوکلیدهای گسیلنده  $\beta^-$  با انرژی پایین، برای درمان و کاهش درد و متاستاز مفید هستند.
  - (۴) رادیو نوکلیدهای فروپاشی EC برای درمان و کاهش درد و متاستاز مفید هستند.
- ۳۵- کدام روش برای تجزیه عنصری از حساسیت بسیار بالا برخوردار است؟
- (۱) تجزیه به روش فعال‌سازی با نوترون
  - (۲) PIXE
  - (۳) جذب اتمی (AA)
  - (۴) ICP
- ۳۶- کدام رادیو نوکلید، دارای احتمال گسیل ذره  $\alpha$  است؟
- (۱)  $^{198}\text{Au}$
  - (۲)  $^{32}\text{P}$
  - (۳)  $^{240}\text{Pu}$
  - (۴)  $^3\text{H}$
- ۳۷- کدام رادیو نوکلید، برای درمان ناهنجاری‌های تیروئید مناسب است؟
- (۱)  $^{131}\text{I}$
  - (۲)  $^{125}\text{I}$
  - (۳)  $^{123}\text{I}$
  - (۴)  $^{127}\text{I}$
- ۳۸- مناسب‌ترین روش تولید رادیونوکلیدها برای استفاده در پزشکی هسته‌ای، کدام است؟
- (۱) چشمه‌های نوترونی
  - (۲) رآکتورهای تحقیقاتی
  - (۳) رآکتورهای قدرت
  - (۴) شتاب‌دهنده‌های خطی پزشکی
- ۳۹- تولید  $^{99}\text{Mo}$ ،  $^{131}\text{I}$  و  $^{133}\text{Xe}$ :
- (۱) در شتاب‌دهنده به طور همزمان امکان پذیر است.
  - (۲) در رآکتور با روش  $(n, p)$  امکان پذیر است.
  - (۳) در رآکتور با روش  $(n, f)$  و همزمان امکان پذیر است.
  - (۴) به طور همزمان امکان پذیر نیست.

۴۰- فروپاشی به روش تبدیل داخلی (IC):

- (۱) به همراه گسیل  $\beta^-$  است.  
 (۲) به همراه گسیل  $\beta^+$  است.  
 (۳) یکی از روش‌های گسیل  $\gamma$  است.  
 (۴) حتماً با گسیل  $\gamma$  همراه است.

۴۱- فروپاشی به روش EC:

- (۱) ممکن است با گسیل  $\beta^+$  باشد.  
 (۲) ممکن است با گسیل  $\beta^-$  باشد.  
 (۳) حتماً با گسیل  $\gamma$  همراه است.  
 (۴) حتماً با گسیل  $\alpha$  همراه است.

۴۲- در تعادل عام فروپاشی (Secular Equilibrium) رادیواکتیویتهٔ مادر و دختر در حالت تعادل، چگونه است؟

$$A_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_2} A_1 \quad (1)$$

$$A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} A_1 \quad (2)$$

$$A_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} A_1 \quad (3)$$

$$A_2 = A_1 \quad (4)$$

۴۳- چنانچه رادیونوکلید مادر دارای نیمه عمر کوتاهتر از رادیونوکلید دختر باشد، کدام معادله در مورد آن صدق می‌کند؟

$$A_2 = (\lambda_2 - \lambda_1) A_1^0 \quad (1)$$

$$A_2 = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} A_1^0 \quad (2)$$

$$A_2 = (\lambda_1 - \lambda_2) A_1^0 \quad (3)$$

(۴) هیچ کدام

۴۴- گزینه درست در مورد تولید رادیونوکلیدهای زیر، کدام است؟

(۱) رادیونوکلید  $^{137}\text{Cs}$  با نیمه عمر ۳۰ سال در راکتورهای تحقیقاتی جهت اهداف درمانی قابل تولید است.

(۲) رادیونوکلید  $^{137}\text{Cs}$  با نیمه عمر ۳۰ سال در راکتورهای قدرت جهت اهداف درمانی قابل تولید است.

(۳) رادیونوکلید  $^{137}\text{Cs}$  با نیمه عمر ۳۰ سال برای اهداف درمانی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

(۴) رادیونوکلید  $^{137}\text{Cs}$  به منظور استفاده در شتاب‌دهنده‌ها، تولید می‌شود.

۴۵- در تشخیص بیماری معده هلیکوباکتری پیلوری، از کدام ترکیب استفاده می‌شود؟

(۱) اسید استیک نشان‌دار با  $^{14}\text{C}$

(۲) اوره نشان‌دار با  $^{14}\text{C}$

(۳) اوره نشان‌دار با  $^{11}\text{C}$

(۴) اسید اوریک نشان‌دار با  $^{11}\text{C}$