طبابت هنر است،

هنر هماهنگی قلب و اندیشه

سرشناسه : غزاله گرایلی ، عارفه سعیدیان، عاطفه محمودی ، علی عامری
عنوان و نام پدیدآور : بانک سوالات طبقه‌بندی شده آزمون بورد و ارتقا رادیوآنکولوژی جلد ۱
مشخصات نشر : تهران: کاردیا، ۱۴۰۲
مشخصات ظاهری : ۲۸۶ ص.: مصور (بخشی رنگی)، جدول(بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی)
شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۰۳-۵۰-۹ ریال ۳/۲۰۰/۰۰۰
شابک دوره : ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۰۳-۴۹-۳'
وضعیت فهرست نویسی : فیپا khan.s the physics of radiation therapy 5 2020
وضعیت ویراست : ویراست ۲
فروست : ویرایش جدید بر اساس به روز رسانی سوالات نوبت چاپ: دوم با ویرایش جدید
عنوان دیگر :
موضوع : فیزیک رادیوتراپی رادیوبیولوژی
موضوع : ساختمان مواد
موضوع : تبدیلات هسته‌ای
موضوع : تولید پرتوهای ایکس
موضوع : ژنراتورهای تابش کلینیکی
موضوع : برهمکنش تابش‌های یونیزان
موضوع : اندازه‌گیری تابش‌های یونیزان
موضوع : کیفیت پرتوهای ایکس .
موضوع : اندازه‌گیری دز جذبی
موضوع : توزیع دز و ارزیابی پراکندگی، سیستم محاسبات دزیمتری
موضوع : طراحی درمان I : توزیع‌های ایزودز .
رده‌بندی کنگره : R 925 الف 1401-16
رده‌بندی دیویی : ۶۱۵/۸۳۲
شماره کتابشناسی ملی : ۵۷۹۳۶۲۹

بانک سوالات طبقه بندی شده آزمون بورد و ارتقاء رادیوآنکولوژی جلد ۱
ترجمه و تلخیص: غزاله گرایلی، عارفه سعیدیان، عاطفه محمدی، علی عامری
پاسخدهی به سوالات از سال ۱۳۸۵ لغایت ۱۴۰۱
حروفچین و صفحه آرا: رزیدنت یار – سیده زهرا عربی زنجانی
طراح و گرافیست: رزیدنت یار – مهرداد فیضی

چاپ و لیتوگرافی: رزیدنت یار
نوبت چاپ: دوم ۱۴۰۲
تیراژ: ۲۰ نسخه
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۰۳-۵۰-۹
شابک دوره: ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۰۳-۴۹-۳
بهاء: ۳۲۰/۰۰۰ 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.

بانک سوالات طبقه بندی شده آزمون بورد و ارتقاء رادیوآنکولوژی (۱)

فیزیک رادیوتراپی و رادیوبیولوژی

به همراه سؤالات آزمون ارتقا و بورد از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۱

ترجمه و پاسخدهی به سوالات:

غزاله گرایلی

دکتری فیزیک پزشکی گرایش رادیوتراپی و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

عارفه سعدیان

دستیار ارشد تخصصی رادیوآنکولوژی دانشگاه علوم پزشکی تهران

عاطفه محمودی

دانشجوی دکتری فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران

علی عامری

کارشناس ارشد فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

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 رادیوانکولوژی 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 مؤلف:

فیزیک پرتودرمانی یکی از مفاد اصلی آزمون‌های ارتقاء و بورد دستیاری رادیوتراپی و آنکولوژی، دکترای فیزیک‌پزشکی و سایر رشته‌های مرتبط می‌باشد. کتاب "فیزیک پرتودرمانی خان" به عنوان مرجع اصلی در این زمینه شناخته می‌شود و تا به امروز نیز تقریباً تمامی سوالات آزمون‌های ذکر شده از این کتاب طرح شده است. به دلیل گستردگی و پراکندگی مطالب و همچنین زمان محدود داوطلبان عزیز، در دسترس بودن یک منبع جامع طبقه‌بندی شده از تست‌های سال‌های گذشته به همراه پاسخ‌های تشریحی آن‌ها می‌تواند یک گزینه ایده‌آل برای شرکت‌کنندگان در این آزمون‌ها به حساب بیاید.

در این مجموعهٔ دو جلدی، سوالات آزمون‌های چهارگزینه‌ای ارتقا و بورد دستیاران رادیوتراپی و آنکولوژی مربوط به دانشگاه‌های مطرح ایران از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۱ گردآوری و بر اساس فصول کتاب خان به تفکیک، جداسازی و همراه با حل تشریحی ارائه شده است. طبقه‌بندی سوالات به صورت موضوعی، علاوه بر آشنایی دانشجو با مباحث مربوط به هر فصل این امکان را به شخص می‌دهد که بر اساس تعداد سوالات مطرح شده در هر بخش از اهمیت نسبی آن مبحث در آزمون مطلع گردد. در حل تشریحی سوالات این مجموعه سعی شده است که تا حد امکان پاسخ‌ها به گونه‌ای باشد که دانشجویان از مراجعه به کتاب بی نیاز باشند. در فصل رادیوبیولوژی نیز، با توجه به اهمیت کتاب پرز در سؤال‌های سال‌های اخیر، جمع بندی نکات مربوط به هر فصل از دو کتاب پرز و اریک. جی.هال انجام گرفته و خلاصه‌ای ترتیب داده شده است که دستیاران علاوه بر آشنایی با سؤالات امتحانی، به خلاصهٔ درسنامهٔ رادیوبیولوژی نیز دسترسی داشته باشند

دانشجویان ارشد فیزیک‌پزشکی و کارشناسی رادیوتراپی نیز که در طول دوره آموزشی خود فیزیک پرتودرمانی خان را مطالعه می‌کنند، با مطالعهٔ این کتاب تسلط و آشنایی مناسبی نسبت به موضوعات مورد توجه طراحان سوال خواهند یافت. بی شک این مجموعه خالی از نقص نیست و نظرات، پیشنهادات و انتقادات ارزشمند شما می‌تواند راهگشای ارتقا ویرایش‌های بعدی آن باشد. لذا خواهشمند است از طریق پل ارتباطی زیر با ما در ارتباط باشید.

دکتر غزاله گرایلی

بهار ۱۴۰۲

gh-geraily@sina.tums.ac.ir

فهرست

سوالات و پاسخنامه فصل ۱ ساختمان مواد..... ۱۱

سوالات و پاسخنامه فصل ۲ تبدیلات هسته‌ای..... ۲۵

سوالات و پاسخنامه فصل ۳: تولید پرتوهای ایکس..... ۴۷

سوالات و پاسخنامه فصل ۴: ژنراتورهای تابش کلینیکی..... ۶۷

سوالات و پاسخنامه فصل 5: برهمکنش تابش‌های یونیزان..... ۹۵

سوالات و پاسخنامه فصل ۶ اندازه‌گیری تابش‌های یونیزان..... ۱۳۵

سوالات و پاسخنامه فصل ۷ کیفیت پرتوهای ایکس..... ۱۵۱

سوالات و پاسخنامه فصل ۸: اندازه گیری دز جذبی..... ۱۶۳

سوالات و پاسخنامه فصل ۹ و ۱۰ توزیع دز و ارزیابی پراکندگی، سیستم محاسبات دزیمتری..... ۱۹۹

سوالات و پاسخنامه فصل ۱۱ طراحی درمان I : توزیع‌های ایزودز..... ۲۵۱

سؤالات و پاسخنامه

فصل ۱
ساختمان مواد

۱. در طبیعت چهار نیروی متفاوت وجود دارد کدامیک از موارد زیر صحیح نمی‌باشد؟

الف) نیروی هسته‌ای قوی

ب) نیروی الکترومغناطیسی

ج) نیروی جاذبه

د) نیروی جاذبه قوی

پاسخ: د

نیروهای طبیعت، شامل هسته‌ای قوی، هسته‌ای ضعیف، نیروی جاذبه (گرانشی) و الکترومغناطیسی هستند.

۲. انرژی پرتوهای ایکس با طول موج $۳/۱\times۱۰^{-۳}$ nm چند MeV می‌باشد؟

الف) ۴

ب) ۶

ج) ۸

د) ۱۰

پاسخ: در گزینه‌ها نیست

انرژی پرتوها با طول موج λ از رابطه زیر محاسبه می‌شود، که در این رابطه انرژی بر حسب eV و λ بر حسب متر می‌باشد:

$$E(eV) = \frac{1.24\times10^{-6}}{\lambda(m)} = \frac{1.24\times10^{-6}}{3.1\times10^{-3}\times10^{-9}} = 0.4\times10^{6} eV = 0.4\ MeV.$$

۳. سرعت پرتوهای ایکس مگاولتاژ مورد استفاده در رادیوتراپی، چند برابر سرعت پرتوهای ایکس مورد استفاده در ماموگرافی (کیلوولتاژ) است؟

الف)هزار برابر

ب) صد برابر

ج) ده برابر

د) مساوی

پاسخ: د

در دیدگاه ذره‌ای، تمام پرتوهای ایکس با سرعت برابر نور حرکت می‌کنند و تنها از نظر بسامد و انرژی با یکدیگر متفاوت هستند.

۴. کدام یک جزء پرتوهای الکترومغناطیس نمی‌باشد؟

الف) پرتوهای ایکس

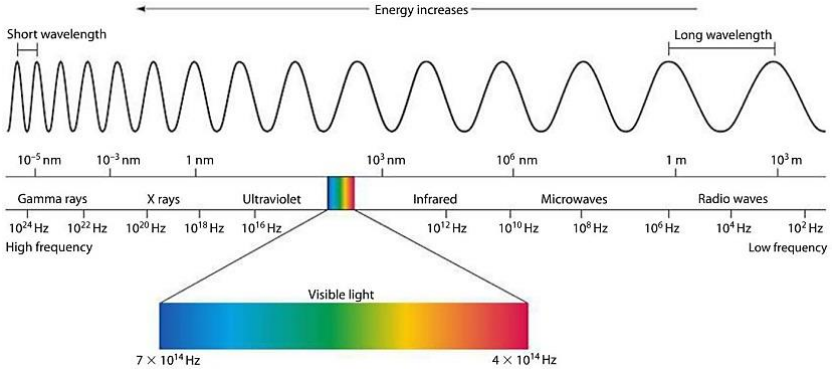
ب) پرتوهای نورمرئی

ج) پرتوهای گاما

د) پرتوهای بتا

پاسخ: د

طیف الکترومغناطیسی، شامل امواج رادیویی، tv، رادار، میکروموج، مادون قرمز، نور مرئی، فرابنفش، اشعه ایکس و تشعشعات کیهانی می‌باشد. که در شکل زیر طیف آن با محدوده‌های انرژی تقریبی قابل مشاهده است.



۵. طول موج فوتون با انرژی ۶ MeV کدام است؟

الف) ½ m

ب) ½ nm

ج) $۰/۲۱\times۱۰^{-۳}$ nm

د) ۲/۱ µm

پاسخ: ج

رابطه انرژی و طول موج فوتون بصورت زیر می‌باشد:

$$E(\text{ev}) = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{\lambda(\text{m})} \rightarrow \lambda = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{6}} = 0.21 \times 10^{-12}\text{m} = 0.21 \times 10^{-3}\text{nm}$$

۶. اختلاف اساسی بین پرتوهای ایکس و گاما در کدام مشخصه آن‌ها می‌باشد؟

الف) سرعت

ب) منشأ

ج) انرژی

د) جرم

پاسخ: ب

پرتوهای گاما از ترازهای هسته‌ای و پرتوهای ایکس از ترازهای اتمی نشأت می‌گیرند.

۷. $E=h\nu$, $c=\nu\lambda$ به ترتیب نمایشگر خاصیت ..... ، ..... فوتون می‌باشد.

الف) کوانتومی – موجی

ب) موجی- کوانتومی

ج) بسته انرژی- موجی

د) کوانتومی- بسته انرژی

پاسخ: ب

در مدل موجی، طول موج λ، بسامد ν و سرعت انتشار c امواج الکترومغناطیسی به وسیله رابطه $c = \lambda\nu$ به هم مرتبط می‌شوند. در مدل کوانتومی، انرژی یک فوتون با بسامد نوسانش به وسیله رابطه $E = h\nu$ مشخص می‌شود که h ثابت پلانک است. بنابر این گزینه ب صحیح است.

۸. معادل انرژی واحد جرم اتمی (amu) برابر ..... ۹۳۱ می‌باشد.

الف) eV

ب) keV

ج) MeV

د) GeV

پاسخ: ج

هر amu (واحد جرم اتمی) برابر MeV ۹۳۱ است.

۹. ده کولن بار الکتریکی معادل چه مقدار الکترون است؟

الف) $۶/۲۵\times۱۰^{۱۹}$

ب) $۶/۲۵\times۱۰^{۱۸}$

ج) $۳/۲۲\times۱۰^{۱۹}$

د) $۳/۲۲\times۱۰^{۱۸}$

پاسخ: الف

رابطه بار الکتریکی و تعداد الکترون به صورت زیر است: $Q = ne$

که در این رابطه n تعداد الکترون و e بار الکتریکی هر الکترون ($1.602 \times 10^{-19}c$) و Q بار الکتریکی کل می‌باشد. با جایگزینی در رابطه فوق داریم:

$$10\ (C) = n \times 1.602 \times 10^{-19} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{10}{1.602\times10^{-19}}\ eV = 6.25 \times 10^{19}$$

۱۰. ایزوتوپ یک عنصر یعنی:

الف) A برابر و Z متفاوت

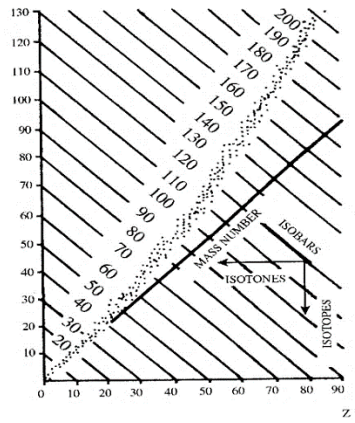
ب) A و Z مساوی

ج) Z مساوی و A متفاوت

د) A و Z متفاوت

پاسخ: ج

اتم‌هایی که دارای تعداد پروتون‌های مشابه اما نوترون‌های متفاوت هستند را ایزوتوپ می‌نامند. همچنانکه در شکل روبرو مشاهده می‌شود



ایزوتوپها با فلش عمودی مشخص شده اند.

اتمهایی که دارای تعداد نوترون برابر و تعداد پروتون متفاوت می‌باشند را ایزوتون می‌نامند.

در شکل روبرو این اتمها با فلش افقی مشخص شده اند.

و اتمهایی که عدد جرمی برابر ولی تعداد پروتون و نوترون متفاوت دارند را ایزوبار گویند. این اتمها در شکل با فلش مورب نشان داده شده اند.

۱۱. تفاوت دو اتم ایزومر در کدام یک از پارامترهای زیر است؟

الف) تعداد نوترون

ب) سطح انرژی نوترون

ج) تعداد پروتون

د) تعداد الکترون

پاسخ: ب

ایزومرها نشان‌دهنده اتم‌های یکسانی هستند که تنها از نظر حالت‌های انرژی هسته‌ای باهم متفاوتند. یعنی تعداد نوکلئونهای داخل هسته یکسان است اما سطح انرژی هسته‌ای متفاوت است بدین معنا که ترتیب پرشدگی ترازهای انرژی داخل هسته‌ای متفاوت می‌باشد.

۱۲. اگر طول موج فوتون اشعه ایکس برابر ۰/۰۱ آنگستروم باشد، انرژی آن چند مگا الکترون ولت می‌باشد؟

الف) ۰/۱۲۴

ب) ۱/۲۴

ج) ۱۲/۴

د) ۱۲۴

پاسخ: ب

با توجه به اینکه یک انگستروم برابر 10^{-10} متر است:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{\lambda} = \frac{1.24 \times 10^{-6}}{0.01 \times 10^{-10}} = 1.24 \times 10^{6} ev = 1.24 Mev$$

۱۳. یک فوتون نوری دارای انرژی ۳eV می‌باشد. انرژی این فوتون چند ژول است؟

الف) $۱۴/۸ \times ۱۰^{-۱۹}$

ب) $۶/۴ \times ۱۰^{-۱۹}$

ج) $۴/۸ \times ۱۰^{-۱۹}$

د) $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}$

پاسخ: ج

هر یک الکترون ولت معادل $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ ژول می‌باشد. درنتیجه:

$$E = 3 \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.8 \times 10^{-19} eV$$

۱۴. کدام یک از تعاریف زیر صحیح نمی‌باشد؟

الف) ایزوتوپ‌ها : اتم‌های با n متفاوت و z برابر

ب) ایزوتون‌ها : اتم‌های با n برابر و z متفاوت

ج) ایزوبارها: اتم‌های با z متفاوت و A برابر

د) ایزومرها: اتم‌های با A متفاوت و Z برابر ولی با وضعیت انرژی هسته‌ای متفاوت

پاسخ: د

هسته‌های ایزومر از هر نظر با یکدیگر مشابه هستند به جز اینکه وضعیت انرژی هسته‌ای متفاوتی دارند.

۱۵. انرژی معادل یک واحد جرم اتمی(amu) تقریبا برابر چند الکترون ولت است؟

الف) ۵۱۱ keV

ب) ۹۳۱ MeV

ج) ۱/۰۲ MeV

د) ۸/۶۴ MeV

پاسخ: ب

هر یک amu برابر ۹۳۱/۵ مگاالکترون ولت است.

۱۶. اگر ماده رادیواکتیو فقط تابش گاما داشته باشد، ماده محصول و ماده اولیه با هم .... هستند.

الف) ایزوتوپ

ب) ایزوتون هستند

ج) ایزوبار هستند

د) ایزومر هستند

پاسخ: د

در این حالت ماده محصول و ماده اولیه ایزومر یکدیگر هستند. به عبارتی محصول دارای همان عدد اتمی و عدد جرمی ماده اولیه بوده و تنها در تراز انرژی با هسته نهایی متفاوت است. $^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

۱۷. کدامیک از موارد زیر صحیح نمی‌باشد؟ پایدارترین هسته اتم شامل تعداد نوترون‌ها و ..... می‌باشد؟

الف) پروتون‌های زوج

ب) پروتون‌های فرد

ج) فرد و پروتون‌های زوج

د) زوج و پروتون‌های فرد

پاسخ: ب

هسته‌های فرد- فرد ناپایدار ترین نوع هسته‌ها به شمار می‌روند. بر اساس پیش‌بینی مدل پوسته‌ای حالت پایه تمام هسته‌های زوج-زوج به صورت 0^{+} (اسپین صفر، پاریته زوج) خواهد بود زیرا همه نوکلئون‌ها در این گونه هسته‌ها تزویج شده‌اند و در نتیجه بیشترین پایداری را دارند. هسته‌های زوج- فرد نیز به خاطر حضور نوترون‌ها و یا پروتون‌های جفت شده نسبت به هسته‌های فرد-فرد پایدارترند.

۱۸.میانگین انرژی گامای گسیلنده از چشمه کبالت ۶۰ چقدر است؟

الف) ۰/۳۲ MeV

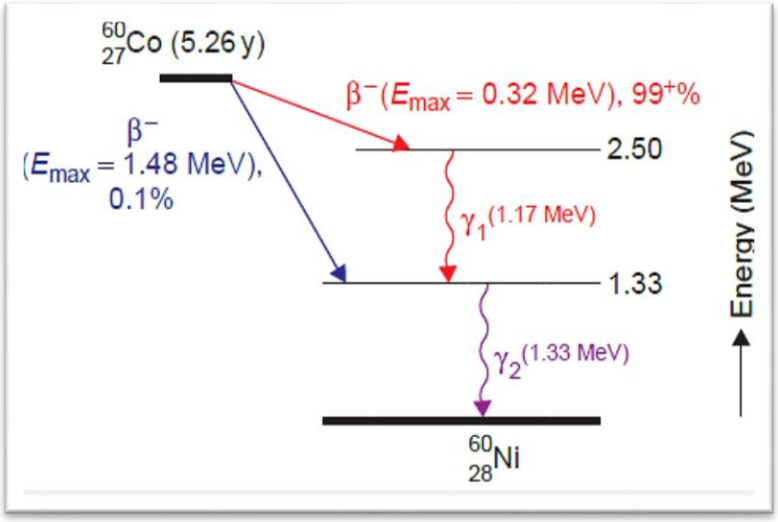
ب) ۱/۱۷ MeV

ج) ۱/۳۳ MeV

د) ۱/۲۵ MeV

پاسخ: د

مطابق شکل زیر، چشمه کبالت ۶۰ دو پرتوی گاما با انرژیهای ۱/۱۷ MeV و ۱/۳۳ MeV گسیل می‌کند که میانگین آن ۱/۲۵ MeV است.



۱۹. در مورد پرتوهای ایکس و گاما کدام مورد درست است؟

الف) پرتوهای ایکس انرژی بالاتری دارند.

ب) پرتوهای ایکس از هسته اتم خارج می‌شوند.

ج) پرتوهای گاما انرژی بالاتری دارند.

د) پرتوهای گاما از هسته اتم خارج می‌شوند.

پاسخ: د

پرتوهای گاما برخلاف پرتوهای ایکس از ترازهای هسته‌ای گسیل می‌شوند، در حالیکه پرتوهای ایکس یا از ترازهای اتمی گسیل شده و یا از ژنراتورها تولید می‌شوند. ممکن است انرژی پرتوهای ایکس تولیدی از ژنراتورها از انرژی گاما بیشتر باشد مثلاً انرژی باریکه شتاب‌دهنده ۱۰MV و گاما ساطع شده از کبالت ۶۰ را مقایسه کنید.

۲۰. یک واحد جرم اتمی (amu) برابر است با:

الف) $1/66 \times 10^{-27}$ kg

ب) ۱/۸۶۲ MeV

ج) $1/602 \times 10^{-19}$ J

د) ۰/۵۱۱ MeV /c^2

پاسخ: الف

یک amu طبق تعریف برابر است با یک دوازدهم جرم اتم کربن ۱۲. از طرفی جرم اتمی کربن ۱۲ برابر ۱۲گرم است که شامل ۱۰۲۳ × ۶/۰۲۲ (عدد آووگادرو) اتم کربن است. بنابراین:

جرم یک اتم کربن = $\frac{12g}{6.02\times10^{23}} = 1.99 \times 10^{-23}\text{g}$

۱ amu = $\frac{1}{12} \times 1.99 \times 10^{-23}\text{g} = 1.66 \times 10^{-24}\text{g} = 1.66 \times 10^{-27}kg$

۲۱. سرعت تقریبی یک الکترون با انرژی جنبشی ۱۱ MeV چقدر است؟ (c سرعت نور است)

الف) ۰/۲۵ C

ب) ۰/۵ C

ج) ۰/۷۵ C

د) ۰/۹۹۹ C

پاسخ: د

با استفاده از رابطهٔ نسبیتی میان انرژی و سرعت یک ذره داریم:

$$E = \frac{E_o}{\sqrt{1 - {V^2}/{C^2}}} \rightarrow 1 - {V^2}/{C^2} = \left(\frac{E_o}{E}\right)^2 \rightarrow {V^2}/{C^2} = 1 - \left(\frac{E_o}{E}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{V}{C} = \sqrt{1 - \left(\frac{0.511}{11}\right)^2} \approx 0.99$$

که در آن E ، E0 و V به ترتیب انرژی جنبشی، انرژی سکون (برای الکترون مقداری ثابت و همواره برابر ۰/۵۱۱ MeV) و سرعت ذره هستند و C سرعت نور است.

۲۲. یک نوترون از چه ترکیبی تشکیل شده است؟

الف) پنج کوارک (دو کوارک UP و سه کوارک Down)

ب) چهار کوارک (دو کوارک UP و دو کوارک Down)

ج) سه کوارک (دو کوارک UP و یک کوارک Down)

د) سه کوارک (دو کوارک Down و یک کوارک UP)

پاسخ: د

نوترون یکی از ذرات هسته‌ای اتم با بار الکتریکی خنثی است که از دو کوارک پایین (Down) و یک کوارک بالا (UP) ساخته شده است.

۲۳. رادیو ایزوتوپ کبالت مورد استفاده در رادیوتراپی خارجی (External Radiotherapy) از کدام رادیوایزوتوپ کبالت و در کجا تولید می‌شود؟

الف) $^{59}_{27}Co$، سیکلوترون

ب) $^{59}_{27}Co$، رآکتور

ج) $^{61}_{27}Co$، سیکلوترون

د) $^{61}_{27}Co$، رآکتور

پاسخ: ب

کبالت غیر رادیواکتیو $^{59}_{27}Co$ در حضور نوترون‌های تولید شده در راکتور با جذب یک نوترون به عنصر رادیواکتیو $^{60}_{27}Co$ با طول عمر حدود ۵/۲۷ سال تبدیل می‌شود. $^{59}_{27}Co + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{60}_{27}Co$

۲۴. حداکثر تعداد الکترون‌های مجاز در لایه M یک اتم کدام است؟

نام لایه	نام زیرلایه	بیشینه تعداد الکترون‌های مجاز در هر زیر لایه	بیشینه تعداد الکترون‌های مجاز در هر لایه
K	1s	2	2
L	2s	2	2 + 6 = 8
	2p	6	
M	3s	2	2 + 6 + 10 = 18
	3p	6	
	3d	10	
N	4s	2	2 + 6 + 10 + 14 = 32
	4p	6	
	4d	10	
	4f	14	
O	5s	2	2 + 6 + 10 + 14 + 18 = 50
	5p	6	
	5d	10	
	5f	14	
	5g	18	

الف) ۲

ب) ۱۸

ج) ۱۲

د) ۳۲

پاسخ: ب

در جدول زیر ظرفیت‌های الکترونی مربوط به تمام لایه‌ها و زیرلایه‌ها به طور طبقه بندی شده ارائه شده است. مجموع ظرفیت هر یک از لایه‌ها در ستون اخر قرار دارد.

نام لایه	نام زیرلایه	بیشینه تعداد الکترون‌های مجاز در هر زیر لایه	بیشینه تعداد الکترون‌های مجاز در هر لایه
K	1s	2	2
L	2s	2	2 + 6 = 8
	2p	6	
M	3s	2	2 + 6 + 10 = 18
	3p	6	
	3d	10	
N	4s	2	2 + 6 + 10 + 14 = 32
	4p	6	
	4d	10	
	4f	14	
O	5s	2	2 + 6 + 10 + 14 + 18 = 50
	5p	6	
	5d	10	
	5f	14	
	5g	18	

۲۵. تعداد اتم گرم کبالت را با وزن اتمی (A=58.93 g/mol) محاسبه کنید.

الف) $۳/۵۴۹ \times ۱۰^{۲۵}$

ب) $۱/۰۲۲ \times ۱۰^{۲۲}$

ج) $۱/۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$

د) $۹/۷۸۴۵ \times ۱۰^{۲۳}$

پاسخ: ب

هر مول شامل 6.022×10^{23} اتم است که تحت عنوان عدد آووگادرو شناخته می‌شود. حال اگر این تعداد اتم کبالت 58.93 گرم باشد، با یک تناسب ساده می‌توان تعداد اتم‌های یک گرم کبالت را به روش زیر محاسبه کرد:

6.022×10^{23}	58.93 گرم
N	1 گرم

$$\rightarrow N = \frac{6.022 \times 10^{23}}{58.93} = 1.022 \times 10^{22}$$

۲۶. اتم‌هایی که هسته‌های آن‌ها از لحاظ تعداد نوترون یکسان ولی در تعداد پروتون متفاوت هستند، چه نامیده می‌شوند؟

الف) ایزوتوپ

ب) ایزوتون

ج) ایزوبار

د) ایزومر

پاسخ: ب

ایزوتون به اتم‌هایی گفته می‌شود که تعداد نوترون‌های مساوی ولی تعداد پروتون‌های متفاوتی دارند. مانند $^{12}_{5}B$ و $^{13}_{6}C$

سؤالات و پاسخنامه

فصل ۲
تبدیلات هسته‌ای

۱. در شرایط انرژی یکسان تابش، کدام ذرهٔ زیر دز کمتری به بدن منتقل می‌کند؟ (بورد – ۱۴۰۱)

الف) الکترون

ب) پوزیترون

ج) آلفا

د) نوترینو

پاسخ : گزینهٔ د

آهنگ جایگذاری انرژی در واحد طول ماده جاذب را با کمیتی به نام ضریب انتقال انرژی خطی (LET) بیان می‌کنند و واحد آن معمولا کیلوالکترون ولت بر میکرومتر در آب است. آهنگ اتلاف انرژی در اثر یونیزاسیون و تحریک ناشی از حرکت یک ذره باردار در یک محیط با مربع بار ذره نسبت مستقیم و با مربع سرعت آن نسبت معکوس دارد. با کمترشدن انرژی ذره، سرعت آن کاهش می‌یابد و نرخ اتلاف انرژی در واحد طول مسیر افزایش می یابد. با نزدیک شدن سرعت ذره به صفر نزدیک به انتهای محدوده، نرخ اتلاف انرژی به حداکثر می‌رسد.

به دلیل اینکه نوترینو ذره‌ای بدون جرم و بارالکتریکی است، به سختی با ماده برهمکنش می‌کند و آشکارسازی آن بسیار دشوار است. همین عامل باعث شد که نه به وسیلهٔ مشاهدهٔ مستقیم بلکه از روی معادلات مربوط به پایستگی انرژی به وجود این ذره پی برده شود. بنابراین به دلیل LET بسیار پایین، دز جایگذاری شده توسط این ذره نیز به مراتب از ذرات بارداری مانند الکترون، پوزیترون و آلفا کمتر می‌باشد.

۲. در واپاشی هسته‌ای به صورت گیراندازی الکترون (Electron Capture): (بورد – ۱۴۰۱)

الف) احتمال تابش الکترون اوژه وجود دارد.

ب) ماهیت هسته تغییر نمی‌کند.

ج) عدد اتمی افزایش می‌یابد.

د) عدد جرمی کاهش می‌یابد.

پاسخ : گزینهٔ الف

در فرآیند گیراندازی الکترون توسط هسته، یک الکترون مداری درون هسته جذب شده و یک پروتون تبدیل به نوترون می‌شود. جای خالی الکترون توسط الکترون‌های موجود در ترازهای انرژی بالاتر پر می‌شود و طی این فرآیند، اشعه ایکس اختصاصی و/یا الکترون‌های اوژه گسیل می‌شود.

$$ {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{1}_{0}n + \upsilon $$

طی این فرآیند از عدد اتمی هسته (Z) یکی کم شده ولی عدد جرمی ثابت باقی می‌ماند.

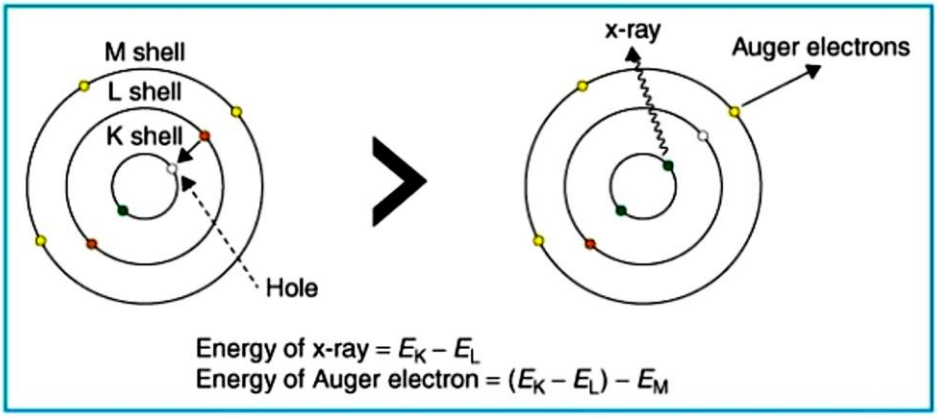


Figure 2.9. Schematic illustration of Auger electron emission. The steps involved in the process are as follows: ejection of an orbital electron (e.g., by internal conversion) → creation of a hole in the shell (e.g., K shell) → filling of the hole by an electron from an outer shell (e.g., L shell) → emission of characteristic x-ray of energy ($E_K - E_L$) or ejection of Auger electron (e.g., from the M shell) with energy ($[E_K - E_L] - E_M$).

۳. ثابت واپاشی کبالت ۶۰ برابر ۰/۱۳۰۷ سال می‌باشد نیمه عمر کبالت چند سال است؟

الف) پنج و یک دهم

ب) پنج و دو دهم

ج) پنج و سه دهم

د) پنج و چهار دهم

پاسخ: ج

ثابت واپاشی و نیمه عمر با معادله زیر به هم مربوطند: $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{0.1307} = 5.3\ year$

۴. باتوجه به واکنش روبه‌رو، گزینه صحیح کدام است؟ $^{59}Co + \cdots \rightarrow {}^{60}Co + \gamma$

الف) β

ب) β^+

ج) n

د) p

پاسخ: ج

این واکنش از نوع $^{59}Co(\mathrm{n},\gamma)^{60}Co$ است.

۵. نیمه عمرهای بیولوژیکی و موثر یک داروی رادیواکتیو به ترتیب ۹ و ۳/۶ ساعت است. نیمه عمر فیزیکی این رادیودارو، چند ساعت است؟

الف) ۵/۴

ب) ۶

ج) ۹

د) ۱۲/۶

پاسخ: ب

رابطه نیمه عمرهای بیولوژیکی (T_{bio}) ، موثر (T_{eff}) و فیزیکی (T_{phys}) بصورت زیر است:

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{bio}} + \frac{1}{T_{phys}}$$

$$\frac{1}{3.6} = \frac{1}{9} + \frac{1}{T_{phys}} \rightarrow \frac{1}{T_{phys}} = \frac{10}{36} - \frac{1}{9} = \frac{10-4}{36} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6} \quad T_{phys} = 6\ h$$

۶. کدامیک واحد اکتیویته نیست؟

الف) mCi.hr

ب) بکرل

ج)کوری

د) dis/sec

پاسخ: الف

۷. اگر احتمال واپاشی یک هسته مادر رادیواکتیو بسیار کمتر (کمتر از ۱۰۰ برابر) احتمال واپاشی هسته دختر خودش باشد، کدام حالت زیر رخ می‌دهد؟

پاسخ: الف

اگر نیمه عمر هسته مادر بسیار بزرگتر از نیمه عمر دختر باشد یا به عبارت دیگر احتمال واپاشی مادر بسیار کمتر از واپاشی دختر باشد تعادل پایدار رخ می‌دهد.

۸. بعد از گذشت یک نیمه عمر ماده رادیواکتیو:

الف) تعداد اتم‌های رادیواکتیو به نصف مقدار اولیه می‌رسد.

ب) اکتیویته ماده به نصف مقدار اولیه می‌رسد.

ج) ثابت واپاشی اتم‌های رادیواکتیو ثابت می‌ماند.

د) همه موارد

پاسخ: د

۹. در تابش کننده‌های بتای منفی، اعداد جرمی و اتمی هسته محصول نسبت به هسته مولد به ترتیب کدام است؟

الف) یکی کمتر- برابر

ب) یکی بیشتر – یکی کمتر

ج) برابر- یکی بیشتر

د) برابر – یکی کمتر

پاسخ: ج

واپاشی β^- به صورت مقابل است: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}\beta + \bar{\vartheta} + Q$

طبق رابطه مشاهده می‌شود که اعداد جرمی A هسته محصول (Y) و هسته مولد (ایکس) با یکدیگر برابر است ولی عدد اتمی Z دختر نسبت به مادر به اندازه یک واحد افزایش یافته است.

۱۰. نیمه عمر فیزیکی یک ماده رادیواکتیو ۵ سال می‌باشد عمر متوسط آن تقریباً چند سال است؟

الف) ۷/۲ سال

ب) ۸/۵ سال

ج) ۹/۸ سال

د) ۱۴ سال

پاسخ: الف

نیمه عمر و طول عمر متوسط طبق معادله زیر با هم رابطه دارند:

$T_a = 1.44T_{1/2} = 1.44 \times 5 = 7.2\ year$

۱۱. چند درصد از اکتیویته اولیه یک ماده رادیواکتیو پس از گذشت یک عمر متوسط باقی خواهد ماند؟

الف) صفر

ب) ۲۵

ج) ۳۷

د) ۶۳

پاسخ: ج

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \quad , t = \tau = \frac{1}{\lambda} \rightarrow A = \frac{A_0}{e} \approx 0.37 A_0$$

۱۲. واپاشی کبالت به نیکل ($^{60}_{27}Co$ به $^{60}_{28}Ni$) مثالی از کدام فرآیند واپاشی است؟

الف) واپاشی گاما زا

ب) واپاشی بتا منفی

ج) واپاشی بتا مثبت

د) واپاشی همراه با ربایش الکترون

پاسخ: ب

واپاشی $^{60}_{27}\mathrm{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\mathrm{Ni}$ یک واپاشی β^- است که از قانون زیر پیروی می‌کند:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + \beta^- + \bar{\nu}$$

۱۳. ثابت استحاله یا واپاشی برای کبالت ۶۰ (۵/۲۶ سال= $T_{1/2}$) بر حسب ماه کدام است؟

الف) ۱/۰۹۷۹ $month^{-1}$

ب) ۱۰/۹۷۹ $month^{-1}$

ج) ۰/۱۰۹۷۹ $month^{-1}$

د) ۰/۰۱۰۹۷۹ $month^{-1}$

پاسخ: د

ثابت واپاشی با نیمه عمر بصورت زیر رابطه دارد:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{(5.26 \times 12)} = 0.010979$$