۱ از شهر A به شهر B سه جاده و از شهر B به شهر C چهار جاده وجود دارد. به چند طریق می‌توان از A به C رفت و برگشت طوری که از هیچ جاده‌ای بیش از یک بار استفاده نکنیم؟

۱) ۱۳۲ ۲) ۱۰۸ ۳) ۷۲ ۴) ۱۴۴

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

دو تعریف زیر در مورد شمارش بسیار مهمند:

اصل جمع: اگر کاری را بتوان به دو روش انجام داد، به طوری که در روش اول m انتخاب و در روش دوم n انتخاب وجود داشته باشد، برای انجام کار مورد نظر $m+n$ روش وجود دارد.

اصل ضرب: اگر انجام کاری شامل دو مرحله باشد، به طوری که برای انجام مرحلهٔ اول m روش و برای هر کدام از این m روش، مرحلهٔ دوم را بتوان به n روش انجام داد، در کل کار مورد نظر با $m\times n$ روش قابل انجام است.

پاسخ تشریحی:

برای رفتن از A به C تعداد راه‌ها برابر $۳\times۴=۱۲$ است.

چون یکی از جاده‌های A به B و یکی از جاده‌های B به C را هنگام رفت استفاده کرده‌ایم، پس از C به B سه جاده و از B به A دو جاده برای استفاده باقی‌مانده است و در نتیجه تعداد راه‌های برگشت از C به A برابر است با: $۳\times۲=۶$.

بنابراین به $۱۲\times۶=۷۲$ روش می‌توان از A به C رفت و برگشت.

گروه آموزشی ماز

۲ مجموعهٔ $A=\{۱,۲,۳,...,۹\}$ چند زیرمجموعهٔ غیرتهی دارد که حاصل‌ضرب اعضای آن عددی زوج است؟

۱) ۲۵۵ ۲) ۲۵۶ ۳) ۴۸۰ ۴) ۴۸۱

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

چند فرمول در مورد مجموعه‌ها باهم ببینیم:

اگر A مجموعه‌ای n عضوی باشد، آن‌گاه:

A: تعداد زیرمجموعه‌های مجموعهٔ A برابر است با: ۲^n

B: تعداد زیرمجموعه‌های غیرتهی مجموعهٔ A برابر است با: $۲^n-۱$

پاسخ تشریحی:

مجموعهٔ A دارای ۹ عضو است و در نتیجه $۲^۹-۱=۵۱۱$ زیرمجموعهٔ غیرتهی دارد. از طرف دیگر، اگر اعداد ۸,۶,۴,۲ عضو زیرمجموعه‌ای نباشند، حاصل‌ضرب اعضای آن مجموعه، عددی فرد می‌شود و اگر هر کدام از این اعداد عضو زیرمجموعه‌ای باشند، حاصل‌ضرب اعضای آن، عددی زوج می‌شود.

پس تعداد زیرمجموعه‌های غیرتهی‌ای که حاصل‌ضرب اعضای آن‌ها عددی فرد است برابر است با تعداد زیرمجموعه‌های غیرتهی مجموعهٔ $\{۱,۳,۵,۷,۹\}$ که برابر است با:

$۲^۵-۱=۳۱$

بنابراین تعداد زیرمجموعه‌هایی که حاصل‌ضرب اعضای آن‌ها عددی زوج است برابر است با: $۵۱۱-۳۱=۴۸۰$

گروه آموزشی ماز

۳ چند عدد چهار رقمی با ارقام متمایز وجود دارد که در آن رقم‌های ۷ و ۸ وجود دارند و ۷ در ارزش مکانی بالاتری قرار دارد؟ (مانند ۶۷۳۸)

۱) ۳۱۰ ۲) ۳۱۵ ۳) ۳۳۶ ۴) ۳۶۰

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

پاسخ تشریحی:

حالت‌های زیر ممکن است:

۱) اگر هزارگان برابر ۷ باشد، به سه طریق می‌توان ۸ را در یکان، دهگان یا صدگان قرار داد و پس از آن دو رقم باقی‌مانده یکی ۸ حالت و دیگری ۷ حالت ممکن دارند. پس تعداد این حالت‌ها برابر $۳\times۸\times۷\times۱=۱۶۸$ است.

۲) اگر صدگان برابر ۷ باشد، به دو طریق می‌توان ۸ را در دهگان یا یکان قرار داد. پس از آن هزارگان ۷ حالت و رقم باقی‌مانده هم ۷ حالت دارد. پس تعداد این حالت‌ها برابر $۲\times۷\times۷\times۱=۹۸$ است.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۳) اگر دهگان برابر ۷ باشد، یکان برابر ۸ خواهد بود. پس از آن هزارگان ۷ حالت و صدگان هم ۷ حالت دارد. پس تعداد این حالت‌ها برابر $۱\times۱\times۷\times۷=۴۹$ است.

بنابراین تعداد کل حالت‌های مطلوب برابر است با: $۱۶۸+۹۸+۴۹=۳۱۵$

گروه آموزشی ماز

۴ چند عدد چهار رقمی بخش‌پذیر بر ۵ وجود دارد که حداقل دو رقم آن یکسان است؟

۱) ۸۴۸ ۲) ۹۵۲ ۳) ۹۰۴ ۴) ۷۹۲

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

پاسخ تشریحی:

ابتدا تعداد کل اعداد چهار رقمی بخش‌پذیر بر ۵ را پیدا می‌کنیم:

$$\underset{\text{یکان}=۵\text{یا}۰}{\frac{۲}{}}\times\underset{\text{دهگان}}{\frac{۱۰}{}}\times\underset{\text{صدگان}}{\frac{۱۰}{}}\times\underset{\text{هزارگان مخالف صفر}}{\frac{۹}{}}=۱۸۰۰$$

اکنون تعداد اعداد چهار رقمی بخش‌پذیر بر ۵ را که رقم تکراری ندارند، پیدا می‌کنیم:

$$\underset{\text{یکان}=۵}{\frac{۱}{}}\times\underset{\text{دهگان مخالف یکان و صدگان}}{\frac{۷}{}}\times\underset{\text{صدگان مخالف هزارگان و یکان}}{\frac{۸}{}}\times\underset{\text{هزارگان مخالف صفر و}۵}{\frac{۸}{}}=۴۴۸$$

$$\underset{\text{یکان}=۰}{\frac{۱}{}}\times\underset{\text{دهگان مخالف یکان و صدگان}}{\frac{۷}{}}\times\underset{\text{صدگان مخالف هزارگان و یکان}}{\frac{۸}{}}\times\underset{\text{هزارگان مخالف صفر}}{\frac{۹}{}}=۵۰۴$$

تعداد این اعداد برابر $۴۴۸+۵۰۴=۹۵۲$ است.

پس تعداد اعداد مورد نظر مساله برابر است با: $۱۸۰۰-۹۵۲=۸۴۸$

گروه آموزشی ماز

۵ در چند جایگشت از حروف کلمهٔ «logarithm» فقط یکی از عبارت‌های log یا rithm دیده می‌شود؟

۱) ۵۱۴۸ ۲) ۵۱۵۴ ۳) ۵۰۴۰ ۴) ۵۱۴۰

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

فرمول‌های زیر در مورد جبر مجموعه‌هاست، آن‌ها را خوب به خاطر بسپارید...

دو مجموعهٔ A و B را در نظر بگیرید:

۱) اگر حداقل یکی از A یا B رخ دهد: $A\cup B$

۲) اگر A رخ دهد و B رخ دهد: $A\cap B$

۳) اگر A رخ دهد و B رخ ندهد: $A-B$

۴) اگر فقط یکی از A یا B رخ دهد: $A\cup B-A\cap B$

۵) اگر A رخ ندهد: A'

پاسخ تشریحی:

تعداد جایگشت‌هایی که log در آن‌ها دیده می‌شود، برابر است با: $۷!$

log arithm

تعداد جایگشت‌هایی که rithm در آن‌ها دیده می‌شود، برابر است با: $۵!$

log a rithm

تعداد جایگشت‌هایی که در آن‌ها log و rithm دیده می‌شود، برابر است با: $۳!$

log a rithm

بنابراین تعداد جایگشت‌هایی که در آن‌ها حداقل یکی از دو عبارت دیده می‌شود برابر است با:

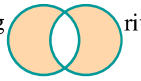
$۷!+۵!-۳!$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

و در نتیجه تعداد جایگشت‌هایی که در آن‌ها فقط log یا فقط rithm دیده می‌شود، برابر است با:

$$۷!+۵!-۳!-۳!=۵۱۴۸$$



گروه آموزشی ماز

۶ مجموعه‌ای دارای m زیرمجموعهٔ ۳ عضوی است. اگر دو عضو از اعضای مجموعه را حذف کنیم تعداد زیرمجموعه‌های ۳ عضوی آن برابر $m-۴۹$ می‌شود. مجموعهٔ اولیهٔ چند زیرمجموعهٔ ۲ عضوی دارد؟

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۴۵ ۴) ۵۵

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

این شما و این هم نکتهٔ جذاب زیر!

تعداد زیرمجموعه‌های m عضوی از یک مجموعهٔ n عضوی $(m \le n)$ برابر است با: $\binom{n}{m}$

پاسخ تشریحی:

فرض کنید مجموعهٔ مورد نظر n عضو دارد، در این صورت، $m=\binom{n}{۳}$.

اگر دو عضو از مجموعه را حذف کنیم، $n-۲$ عضو باقی می‌ماند. پس $m-۴۹=\binom{n-۲}{۳}$. بنابراین:

$$\binom{n}{۳}-۴۹=\binom{n-۲}{۳} \Rightarrow \frac{n(n-۱)(n-۲)}{۶}-۴۹=\frac{(n-۲)(n-۳)(n-۴)}{۶}$$

$$\Rightarrow ۶n^۲-۲۴n-۲۷۰=۰ \Rightarrow n^۲-۴n-۴۵=۰ \Rightarrow (n-۹)(n+۵)=۰ \Rightarrow n=۹$$

بنابراین مجموعهٔ مورد نظر ۹ عضو دارد و تعداد زیرمجموعه‌های ۲ عضوی آن برابر است با:

$$\binom{۹}{۲}=\frac{۹\times۸}{۲}=۳۶$$

گروه آموزشی ماز

۷ شش کتاب با موضوع ریاضی و چهار کتاب با موضوع فیزیک را به چند طریق می‌توان در کنار هم قرار داد طوری که هیچ دو کتاب فیزیکی در کنار هم نباشند؟

۱) $۹\times۸!$ ۲) $۱۵\times۸!$ ۳) $۷\times۷!$ ۴) $۶!\times۴!$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

پاسخ تشریحی:

ابتدا شش کتاب ریاضی را در کنار هم قرار می‌دهیم که این کار به $۶!$ حالت ممکن است.

○ ریاضی۱ ○ ریاضی۲ ○ ریاضی۳ ○ ریاضی۴ ○ ریاضی۵ ○ ریاضی۶ ○

اکنون در هفت جایگاه خالی بین کتاب‌های ریاضی و دو طرف آن‌ها، چهار کتاب فیزیک را قرار می‌دهیم که این کار به $P(۷,۴)$ حالت ممکن است.

بنابراین کل حالت‌های مورد نظر برابر است با:

$$۶!\times P(۷,۴)=۶!\times\frac{۷!}{۳!}=\frac{۶\times۵\times۴\times۳!}{۳!}\times۷!=۱۵\times۸\times۷!=۱۵\times۸!$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۸ از میان ۹ نفر می‌خواهیم یک تیم ۶ نفره انتخاب کنیم و یکی از آن‌ها را کاپیتان و یکی دیگر را دروازه‌بان قرار دهیم. این کار به چند طریق امکان‌پذیر است؟

۱) ۲۸۰۰ ۲) ۲۷۵۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۲۵۲۰

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

روش اول:

ابتدا به $\binom{۹}{۱}$ طریق کاپیتان را انتخاب می‌کنیم. سپس به $\binom{۸}{۱}$ طریق دروازه‌بان را انتخاب می‌کنیم. سپس به $\binom{۷}{۴}$ طریق اعضای دیگر تیم را انتخاب می‌کنیم.

بنابراین تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$\binom{۹}{۱}\times\binom{۸}{۱}\times\binom{۷}{۴}=۹\times۸\times۳۵=۲۵۲۰$$

روش دوم:

ابتدا به $\binom{۹}{۶}$ طریق اعضای تیم را انتخاب می‌کنیم، سپس به $P(۶,۲)$ طریق کاپیتان و دروازه‌بان را از بین آن‌ها انتخاب می‌کنیم. بنابراین تعداد حالت‌های ممکن برابر است با:

$$\binom{۹}{۶}\times P(۶,۲)=\frac{۹!}{۶!\,۳!}\times\frac{۶!}{۴!}=\frac{۹!}{۳!۴!}=۲۵۲۰$$

گروه آموزشی ماز

۹ در یک ساختمان شش خانواده سه نفره زندگی می‌کنند. به چند طریق می‌توانیم چهار نفر از افراد ساختمان را انتخاب کنیم طوری که هیچ دو نفری از یک خانواده نباشند؟

۱) ۱۲۱۵ ۲) ۱۰۸۰ ۳) ۹۷۲۰ ۴) ۲۹۱۶۰

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

پاسخ تشریحی:

ابتدا چهار خانواده از بین شش خانواده را به $\binom{۶}{۴}$ حالت انتخاب می‌کنیم. اکنون از هر خانواده انتخاب شده به ۳ حالت می‌توان یکی از اعضای خانواده را انتخاب کرد. بنابراین تعداد حالت‌های مطلوب برابر است با:

$$\binom{۶}{۴}\times۳\times۳\times۳\times۳=۱۲۱۵$$

گروه آموزشی ماز

۱۰ اگر $P(n,۳)=۵C(n,۳)+۳۵$، مقدار $C(n,۴)$ کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۳۵ ۳) ۱۵ ۴) ۷۰

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۰۰۶)

نوبت رسید به فرمول‌های مهم شمارش...

A: $P(n,r)=\frac{n!}{(n-r)!}$

B: $C(n,r)=\binom{n}{r}=\frac{n!}{r!(n-r)!}$

پاسخ تشریحی:

تساوی داده شده را ساده می‌کنیم:

$$P(n,۳)=۵C(n,۳)+۳۵\Rightarrow\frac{n!}{(n-۳)!}=\frac{۵n!}{(n-۳)!۳!}+۳۵$$

$$\frac{n(n-۱)(n-۲)\cancel{(n-۳)!}}{\cancel{(n-۳)!}}=\frac{۵n(n-۱)(n-۲)\cancel{(n-۳)!}}{۶\cancel{(n-۳)!}}+۳۵$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

$$n(n-1)(n-2)=\frac{5n(n-1)(n-2)}{6}+35 \Rightarrow \frac{n(n-1)(n-2)}{6}=35$$

$$n^3-3n^2+2n-210=0 \Rightarrow n^3-7n^2+4n^2+2n-210=0$$

$$n^2(n-7)+(4n+30)(n-7)=0 \Rightarrow (n-7)(n^2+4n+30)=0 \Rightarrow n=7$$

بنابراین:

$$C(n,4)=C(7,4)=\frac{7!}{3!4!}=\frac{7\times6\times5\times\cancel{4!}}{6\times\cancel{4!}}=35$$

گروه آموزشی ماز

۱۱ **اگر شش نفر که دو برادر میان آن‌ها هستند را در یک صف قرار دهیم، چقدر احتمال دارد که دو برادر کنار هم نباشند؟**

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{5}{6}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{2}{3}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۷)

پاسخ تشریحی:

تعداد کل حالت‌هایی که ۶ نفر می‌توانند در یک صف بایستند برابر $6!$ است.

تعداد حالت‌هایی که دو برادر کنار هم می‌ایستند برابر $2\times5!$ است.

بنابراین احتمال اینکه دو برادر کنار هم بایستند برابر است با:

$$\frac{2\times5!}{6!}=\frac{2}{6}$$

پس احتمال اینکه دو برادر کنار هم نباشند برابر است با:

$$1-\frac{2}{6}=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲ **نقاط A_1 تا A_{12} رئوس یک دوازده ضلعی منتظم هستند. اگر مثلثی رسم کنیم که رئوس آن از رئوس این دوازده ضلعی انتخاب شده باشند، چقدر احتمال دارد که این مثلث متساوی‌الاضلاع باشد؟**

۱) $\frac{3}{110}$ ۲) $\frac{1}{44}$ ۳) $\frac{1}{22}$ ۴) $\frac{1}{55}$

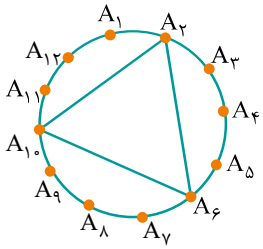
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۷)

پاسخ تشریحی:

تعداد کل مثلث‌هایی که می‌توان رسم کرد برابر تعداد حالت‌های انتخاب ۳ نقطه از ۱۲ نقطه می‌باشد که برابر است با:

$$\binom{12}{3}=\frac{12\times11\times10\times\cancel{9!}}{3!\times\cancel{9!}}=\frac{12\times11\times10}{6}=220$$

تعداد مثلث‌های متساوی‌الاضلاع قابل رسم برابر ۴ است که عبارتند از مثلث‌های $A_1A_5A_9$، $A_2A_6A_{10}$، $A_3A_7A_{11}$ و $A_4A_8A_{12}$.



بنابراین احتمال متساوی‌الاضلاع بودن مثلث برابر است با:

$$\frac{4}{220}=\frac{1}{55}$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۱۳ یکی از زیر مجموعه‌های غیرتهی مجموعهٔ $\{1,2,3,...,8\}$ را انتخاب می‌کنیم. چقدر احتمال دارد که چهارعضوی و مجموع اعضای آن عددی زوج باشد؟

۱) $\frac{۱۲۷}{۲۵۵}$ ۲) $\frac{۱۹}{۱۲۸}$ ۳) $\frac{۳۸}{۲۵۵}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۷)

پاسخ تشریحی:

اعداد مجموعهٔ مورد نظر را به دو مجموعهٔ $A=\{1,3,5,7\}$ و $B=\{2,4,6,8\}$ تقسیم می‌کنیم. برای این که در زیرمجموعهٔ انتخاب شده مجموع اعضا زوج باشد، باید اعضای آن به یکی از روش‌های زیر انتخاب شوند.

الف) هر چهار عدد از مجموعهٔ A انتخاب شوند که این کار به $\binom{۴}{۴}$ حالت امکان‌پذیر است.

ب) هر چهار عدد از مجموعهٔ B انتخاب شوند که این کار به $\binom{۴}{۴}$ حالت امکان‌پذیر است.

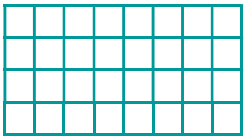
پ) دو عدد از مجموعهٔ A و دو عدد از مجموعهٔ B انتخاب شوند که این کار به $\binom{۴}{۲}\binom{۴}{۲}$ حالت امکان‌پذیر است.

پس تعداد کل حالت‌های مطلوب برابر است با: $\binom{۴}{۴}+\binom{۴}{۴}+\binom{۴}{۲}\binom{۴}{۲}=۳۸$

از طرف دیگر، تعداد کل زیرمجموعه‌های غیرتهی مجموعهٔ $\{1,2,...,8\}$ برابر $۲^۸-۱=۲۵۵$ است و در نتیجه احتمال پیشامد مورد نظر برابر است با: $\frac{۳۸}{۲۵۵}$.

گروه آموزشی ماز

۱۴ شکل مقابل، از ۳۲ مربع کوچک به طول واحد تشکیل شده است. اگر یکی از مستطیل‌های موجود در شکل را به تصادف انتخاب کنیم، چقدر احتمال دارد که ابعاد آن ۳ و ۴ واحد باشند؟



۱) $\frac{۱}{۳۰}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۵}{۴۹}$ ۴) $\frac{۲}{۴۵}$

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۰۰۷)

یک فرمول تستی برای این سوال رو ببین!

تعداد مستطیل‌های $m\times n$ از یک صفحهٔ $A\times B$ برابر است با: $\binom{m\le B\ ,\ m\le A}{n\le B\ ,\ n\le A}$

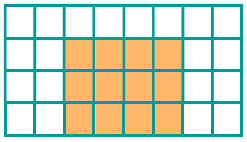
تعداد مستطیل‌های $m\times n=(A+۱-m)(B+۱-n)+(A+۱-n)(B+۱-m)$

پاسخ تشریحی:

در شکل ۹ خط عمودی و ۵ خط افقی وجود دارد. از تقاطع هر دو خط عمودی با هر دو خط افقی یک مستطیل ایجاد می‌شود.

بنابراین تعداد مستطیل‌های موجود در شکل برابر است با: $\binom{۹}{۲}\binom{۵}{۲}=۳۶۰$

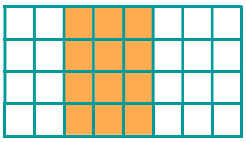
برای رسم مستطیلی با ابعاد ۳ و ۴، کافی است دو ضلع عمود بر هم از مستطیل را انتخاب کنیم. دو ضلع دیگر خود به خود معلوم می‌شوند. برای رسم مستطیل‌هایی به صورت شکل زیر کافی است یکی از ۵ خط عمودی و یکی از دو خط افقی را انتخاب کنیم. پس: $۵\times ۲=۱۰$ مستطیل به این شکل وجود دارد.



www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

همچنین برای رسم مستطیل‌هایی به شکل زیر می‌توانیم یکی از ۶ خط عمودی را انتخاب کنیم، ولی برای خطوط افقی فقط یک انتخاب داریم. پس: $۶\times۱=۶$ مستطیل به این شکل وجود دارد.



پس کل مستطیل‌های با ابعاد ۳ و ۴ برابر ۱۶ تاست و احتمال انتخاب یکی از آن‌ها برابر $\frac{۲}{۴۵}=\frac{۱۶}{۳۶۰}$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۵ اگر $S=\{۱,۲,۳,۴,۵,۶,۷,۸\}$ فضای نمونه‌ای باشد، کدام‌یک از پیشامدهای زیر مستقل از پیشامد $A=\{۱,۳,۵,۷\}$ است؟

۱) $B=\{۲,۴,۶,۸\}$ ۲) $C=\{۱,۲,۵,۶,۷\}$ ۳) $D=\{۱,۳,۴,۵,۶,۸\}$ ۴) $E=\{۲,۴,۵,۶\}$

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

میدونید که استقلال دو پیشامد چگونه تعریف می‌شود؟

اگر A و B دو پیشامد مستقل باشند، آن‌گاه: $P(A\cap B)=P(A)P(B)$

پاسخ تشریحی:

توجه کنید که:

$$A\cap B=\varnothing\Rightarrow P(A\cap B)=۰$$
$$P(A)P(B)=\frac{۴}{۸}\times\frac{۴}{۸}=\frac{۱}{۴}$$
$$\Rightarrow P(A\cap B)\neq P(A)P(B)$$

$$A\cap C=\{۱,۵,۷\}\Rightarrow P(A\cap C)=\frac{۳}{۸}$$
$$P(A)P(C)=\frac{۴}{۸}\times\frac{۵}{۸}=\frac{۵}{۱۶}$$
$$\Rightarrow P(A\cap C)\neq P(A)P(C)$$

$$A\cap D=\{۱,۳,۵\}\Rightarrow P(A\cap D)=\frac{۳}{۸}$$
$$P(A)P(D)=\frac{۴}{۸}\times\frac{۶}{۸}=\frac{۳}{۸}$$
$$\Rightarrow P(A\cap D)=P(A)P(D)$$

$$A\cap E=\{۵\}\Rightarrow P(A\cap E)=\frac{۱}{۸}$$
$$P(A)P(E)=\frac{۴}{۸}\times\frac{۴}{۸}=\frac{۱}{۴}$$
$$\Rightarrow P(A\cap E)\neq P(A)P(E)$$

بنابراین A و D مستقل از یکدیگرند، بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

گروه آموزشی ماز

۱۶ اگر **A** و **B** مستقل از هم باشند، حاصل عبارت $\frac{P(A\cup B)+P(A)P(B)}{P(A|B)+P(B|A)}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) -۱ ۳) $\frac{P(A)}{P(B)}$ ۴) $P(A)+P(B)$

پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

اکنون احتمال شرطی را معرفی می‌کنیم...

منظور از احتمال A به شرط B که آن را با $P(A|B)$ نمایش می‌دهیم، احتمال وقوع پیشامد A است به شرط آن‌که بدانیم پیشامد B رخ داده است:

$$P(A|B)=\frac{P(A\cap B)}{P(B)}$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ تشریحی:

چون A و B مستقل از هم هستند، پس:

$$P(A\cap B)=P(A)P(B)\ ,\ P(A|B)=P(A)\ ,\ P(B|A)=P(B)$$

بنابراین:

$$\frac{P(A\cup B)+P(A)P(B)}{P(A|B)+P(B|A)}=\frac{P(A)+P(B)-P(A\cap B)+P(A)P(B)}{P(A)+P(B)}=\frac{P(A)+P(B)}{P(A)+P(B)}=۱$$

گروه آموزشی ماز

۱۷ **احتمال این که علی در امتحان ریاضی قبول شود $\frac{۲}{۵}$ و احتمال قبولی او در امتحان فیزیک $\frac{۳}{۵}$ است. اگر علی در امتحان ریاضی قبول شود، احتمال قبولی او در امتحان فیزیک ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. احتمال این که علی حداقل یکی از دو امتحان را قبول شود، چقدر است؟**

۱) $\frac{۸۹}{۱۲۵}$ ۲) $\frac{۷۱}{۱۲۵}$ ۳) $\frac{۷}{۲۵}$ ۴) $\frac{۹}{۲۵}$

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

پاسخ تشریحی:

اگر A پیشامد قبولی علی در امتحان ریاضی و B پیشامد قبولی او در امتحان فیزیک باشد، آن‌گاه:

$$P(A)=\frac{۲}{۵}\ ,\ P(B)=\frac{۳}{۵}\ ,P(B|A)=\frac{۳}{۵}+\frac{۲۰}{۱۰۰}\times\frac{۳}{۵}=\frac{۱۸}{۲۵}$$

بنابراین:

$$P(B|A)=\frac{P(A\cap B)}{P(A)}\Rightarrow\frac{۱۸}{۲۵}=\frac{P(A\cap B)}{\frac{۲}{۵}}\Rightarrow P(A\cap B)=\frac{۳۶}{۱۲۵}$$

در نتیجه احتمال پیشامد خواسته شده یعنی اجتماع دو پیشامد A و B برابر است با:

$$P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(A\cap B)=\frac{۲}{۵}+\frac{۳}{۵}-\frac{۳۶}{۱۲۵}=\frac{۸۹}{۱۲۵}$$

گروه آموزشی ماز

۱۸ **اگر $P(A|B)=۲P(B|A)$ و $P(A\cup B)=۳P(A\cap B)$، مقدار $P(A|B)+P(B|A)$ کدام است؟ $(A\cap B\neq\varnothing)$**

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) $\frac{۹}{۸}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۷}{۴}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۷)

پاسخ تشریحی:

توجه کنید که:

$$P(A|B)=۲P(B|A)\Rightarrow\frac{P(A\cap B)}{P(B)}=\frac{۲P(A\cap B)}{P(A)}\Rightarrow P(A)=۲P(B)$$

از طرف دیگر:

$$P(A\cup B)=۳P(A\cap B)\Rightarrow P(A)+P(B)-P(A\cap B)=۳P(A\cap B)\Rightarrow P(A)+P(B)=۴P(A\cap B)$$

$$\Rightarrow ۲P(B)+P(B)=۴P(A\cap B)\Rightarrow P(B)=\frac{۴}{۳}P(A\cap B)\Rightarrow P(A)=\frac{۸}{۳}P(A\cap B)$$

بنابراین:

$$P(A|B)+P(B|A)=\frac{P(A\cap B)}{P(B)}+\frac{P(A\cap B)}{P(A)}=\frac{P(A\cap B)}{\frac{۴}{۳}P(A\cap B)}+\frac{P(A\cap B)}{\frac{۸}{۳}P(A\cap B)}=\frac{۳}{۴}+\frac{۳}{۸}=\frac{۹}{۸}$$

گروه آموزشی ماز

۱۹ **در مدرسه‌ای، کلاس A دو برابر کلاس B دانش‌آموز دارد. ۲۰ درصد دانش‌آموزان کلاس A و ۲۵ درصد دانش‌آموزان کلاس B معدل بالای ۱۸ دارند. اگر یک نفر از دانش‌آموزان این دو کلاس را انتخاب کنیم، با چه احتمالی معدل بالای ۱۸ دارد؟**

۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) $\frac{۱۳}{۶۰}$ ۳) $\frac{۷}{۳۰}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۷)

نوبتی هم باشه، نوبت قانون احتمال کل است...

اگر فرض کنیم در حالت کلی $A_1, A_2, \dots A_n$ پیشامدهایی باشند که بر روی فضای نمونه‌ای S یک افراز تشکیل داده باشند و B یک پیشامد دلخواه باشد، رابطهٔ زیر حاصل خواهد شد که به آن قانون احتمال کل می‌گوییم:

$$P(B)=\sum_{i=1}^{n}P(B\cap A_i)=\sum_{i=1}^{n}P(A_i)P(B|A_i)$$

پاسخ تشریحی:

چون کلاس A دو برابر کلاس B دانش‌آموز دارد، پس $\frac{2}{3}$ دانش‌آموزان از کلاس A و $\frac{1}{3}$ آن‌ها از کلاس B هستند. بنابراین احتمال اینکه دانش‌آموز انتخاب شده معدل بالای ۱۸ داشته باشد برابر است با:

$$\frac{2}{3}\times\frac{20}{100}+\frac{1}{3}\times\frac{25}{100}=\frac{13}{60}$$

گروه آموزشی ماز

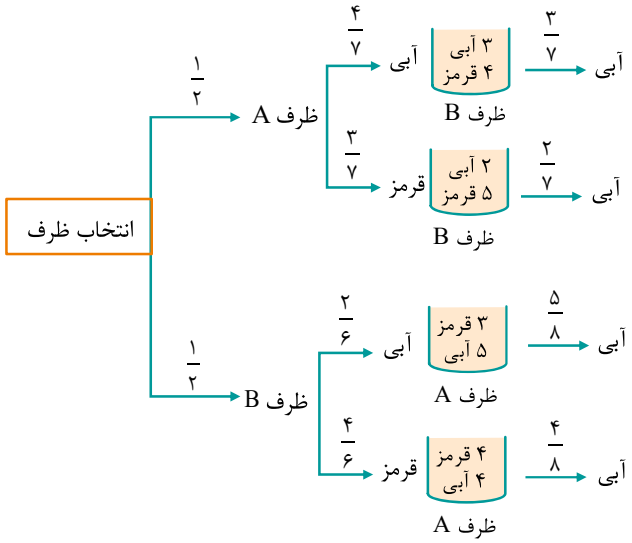
۲۰ در ظرف **A** سه مهره قرمز و چهار مهرهٔ آبی وجود دارد و در ظرف **B** چهار مهرهٔ قرمز و دو مهرهٔ آبی وجود دارد. یک مهره از یکی از ظرف‌ها برمی‌داریم و در ظرف دیگر می‌اندازیم. سپس از ظرفی که مهره در آن انداخته‌ایم، یک مهره خارج می‌کنیم، چقدر احتمال دارد که این مهره آبی باشد؟

۱) $\frac{3}{7}$ ۲) $\frac{3}{8}$ ۳) $\frac{109}{224}$ ۴) $\frac{1069}{2352}$

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

مطابق نمودار درختی پایین، احتمال آبی بودن مهرهٔ انتخاب شده برابر است با:



$$\left(\frac{1}{2}\times\frac{4}{7}\times\frac{3}{7}\right)+\left(\frac{1}{2}\times\frac{3}{7}\times\frac{2}{7}\right)+\left(\frac{1}{2}\times\frac{2}{6}\times\frac{5}{8}\right)+\left(\frac{1}{2}\times\frac{4}{6}\times\frac{4}{8}\right)$$

$$=\frac{6}{49}+\frac{3}{49}+\frac{5}{48}+\frac{1}{6}=\frac{1069}{2352}$$

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

۲۱

مطابق با اطلاعات کتاب درسی، تولید انسولین در مهندسی ژنتیک را چهار مرحله و تولید پروتئین‌های انسانی با استفاده از دام‌های تراژنی را پنج مرحله در نظر می‌گیریم. درخصوص مرحله‌ای در این فرایندها که با تولید جاندار تراژنی همراه است، کدام مورد به‌درستی مطرح شده است؟

۱) طی تولید انسولین، در همین مرحله، انتخاب یاخته‌های تراژن با استفاده از پادزیست انجام می‌شود.

۲) طی تولید انسولین، در مرحلهٔ بلافاصله پس از این مرحله، ترکیب شدن زنجیره‌های انسولین اتفاق می‌افتد.

۳) طی تولید پروتئین‌های انسانی، در مرحلهٔ بلافاصله پس از این مرحله، پروتئین انسانی از شیر گرفته می‌شود.

۴) طی تولید پروتئین‌های انسانی، در مرحلهٔ بلافاصله پیش از این مرحله، دیسک نوترکیب به گامت‌های سازندهٔ گوسفند وارد می‌شود.

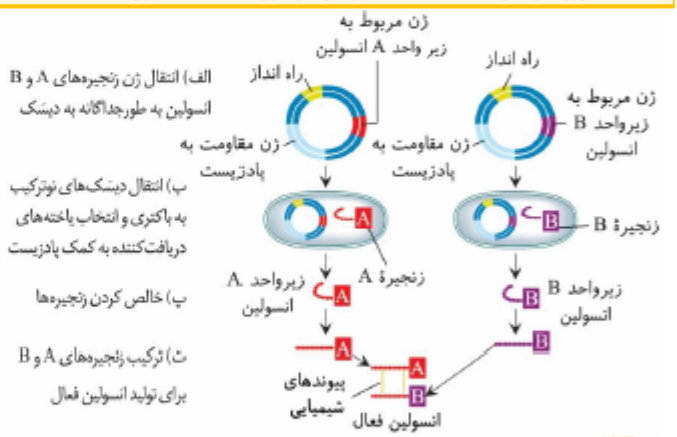
پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۷)

تعبیر:

به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است، جاندار تغییریافته ژنتیکی یا تراژنی می‌گویند.

طی تولید انسولین، در مرحلهٔ دوم، دیسک‌های نوترکیب به باکتری منتقل شده و بنابراین باکتری، ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی پیدا می‌کند و جاندار تراژنی به حساب می‌آید.

طی تولید پروتئین‌های انسانی با استفاده از دام‌های تراژنی، در مرحلهٔ سوم، گوسفند تراژن ایجاد می‌شود.



پاسخ تشریحی:

مطابق شکل که مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک را نشان می‌دهد، در مرحلهٔ «ب»، انتقال دیسک‌های نوترکیب به باکتری و انتخاب یاخته‌های دریافت‌کننده به کمک پادزیست رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مطابق شکل، در مرحلهٔ سوم، خالص کردن زنجیره‌ها اتفاق می‌افتد. ترکیب شدن زنجیره‌های انسولین مربوط به مرحلهٔ آخر است.

۳) مطابق شکل، در مرحلهٔ ۵ (نه ۴)، پروتئین انسانی گرفته شده از شیر مشاهده می‌شود.

۴) مطابق شکل، در مرحلهٔ ۲، دیسک نوترکیب به تخمک لقاح یافته منتقل می‌شود؛ نه به گامت‌هایی که قرار است گوسفند را تشکیل دهند.

۲۲ یا فرض عدم انجام همانندسازی مستقل در راکیزه‌ها، تعداد مراحلی از اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز که طی آن، تغییری در تعداد پیوندهای فسفودی‌استر دنا (DNA) ایجاد نمی‌شود، یا تعداد کدام مورد برابر است؟

۱) زنجیره‌هایی متعلق به ساختار انسولین که حاوی پیوندهای پپتیدی هستند.
۲) نوکلئوتیدهای سازندهٔ یک جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ که حاوی بازهای پورینی‌اند.
۳) مراحلی از همسانه‌سازی دنا که طی آن‌ها ممکن است پیوند شیمیایی ایجاد یا شکسته شود.
۴) مراحلی از تولید انسولین با مهندسی ژنتیک که زیرواحدهای انسولین در آن مشاهده می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۴۰۷)

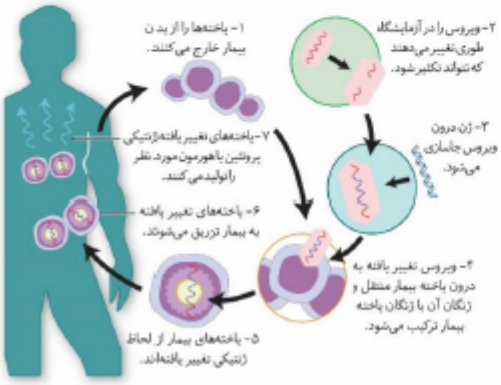
تعبیر:

اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. مطابق شکل۱۵ که مراحل این ژن‌درمانی را نشان می‌دهد: در **مرحلهٔ اول**، یاخته‌ها از بدن بیمار خارج می‌شوند و هیچ تغییری در مادهٔ وراثتی ایجاد نمی‌شود. در **مرحلهٔ پنجم**، یاخته‌های بیمار از لحاظ ژنتیکی تغییر یافته‌اند اما دقت کنید که این تغییر در مرحلهٔ چهارم رخ داده است. (در مرحلهٔ ۴، ژنگان ویروس با ژنگان یاختهٔ بیمار ترکیب می‌شود) بنابراین در مرحلهٔ پنجم نیز تعداد پیوندهای فسفودی‌استر تغییر نمی‌کند. در مرحلهٔ **ششم**، یاخته‌های تغییریافته به بدن بیمار تزریق می‌شوند و در **مرحلهٔ هفتم** نیز پروتئین یا هورمون مورد نظر توسط یاخته‌های تغییر یافته تولید می‌شود.

بنابراین تعداد کل مراحل مورد نظر سؤال برابر با **۴** است.

پرا گفته با فرض عدم انجام همانندسازی مستقل در راکیزه‌ها، که مراحل ۶ و ۷ بقاطر همانندسازی توی راکیزه در نظر نگیریم! و بگید ممکنه راکیزه تقسیم بشه و تعداد پیوند فسفودی‌استر تغییر کنه!

پاسخ تشریحی:



همسانه‌سازی دنا به‌طور کلی چهار مرحله دارد. مرحلهٔ اول، جداسازی قطعه‌ای از دنا است و طی آن، پیوندهای فسفودی‌استر و هیدروژنی شکسته می‌شوند.

مرحلهٔ دوم، اتصال قطعه دنا به ناقل و تشکیل دنای نوترکیب است. در این مرحله نیز در ابتدا پیوندهای فسفودی‌استر و هیدروژنی در دنای ناقل شکسته می‌شوند و این پیوندها مجدداً تشکیل می‌شوند.

مرحلهٔ سوم، وارد کردن دنای نوترکیب به یاخته میزبان است. اگر یاختهٔ میزبان، یاکتری باشد، باید پیوند بین اجزای غشا و دیوارهٔ آن توسط شوک حرارتی یا الکتریکی از بین برود.

مرحلهٔ چهارم، جداسازی یاخته‌های تراژنی است. در این مرحله، یاخته‌های تراژنی در محیط مناسب، با سرعت زیادی تکثیر پیدا می‌کنند و دنای آن‌ها همانندسازی می‌کند. بنابراین تشکیل پیوندها در این یاخته‌ها قابل مشاهده است.

بنابراین تعداد کل مراحل مربوط به همسانه‌سازی دنا که طی آن‌ها ممکن است پیوند شیمیایی ایجاد یا شکسته شود، برابر با **۴** مرحله است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در ساختار انسولین، **۲** زنجیرهٔ A و B وجود دارد که پلی‌پپتیدی هستند و در ساختار آن‌ها، پیوند پپتیدی وجود دارد.

۲) جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ GAATTC / CTTAAG است. بازهای پورینی، آدنین و گوانین هستند. در این جایگاه تشخیص، **۶** نوکلئوتید حاوی باز پورینی وجود دارد.

۴) مطابق شکل فصل هفت که مراحل ساخت انسولین در مهندسی ژنتیک را نشان داده است؛ در **۳** مرحله، زیرواحدهای انسولین قابل مشاهده هستند. در مرحلهٔ اول، هنوز زیرواحدها تولید نشده‌اند و فقط ژن آن‌ها به دیسک‌ها انتقال می‌یابد.

۲۳ **طی تولید گیاه زراعی تراژنی، مراحلی وجود دارد که به‌طور مستقیم با ژن‌ها سر و کار ندارند؛ کدام مورد، در ارتباط با این مراحل نادرست است؟**

۱) فقط در یکی از آن‌ها، مقدار مادهٔ ژنتیکی تغییریافته افزایش می‌یابد.

۲) در همهٔ آن‌ها، یاختهٔ گیاهی که حاویِ مادهٔ وراثتیِ خارج از هسته است، وجود دارد.

۳) فقط در یکی از آن‌ها، صفت یا صفات مطلوب در گیاه اولیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴) در همهٔ آن‌ها، اصول ایمنی زیستی به‌منظور عدم آسیب به محیط زیست رعایت می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

تعبیر:

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی از طریق مهندسی ژنتیک را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

۱ـ تعیین صفت یا صفات مطلوب ۲ـ استخراج ژن یا ژن‌های صفت مورد نظر ۳ـ آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه ۴ـ تولید گیاه تراژنی **۵ـ بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست ۶ـ تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی**

در مراحل ۱ ، ۵ و ۶ به‌طور مستقیم با ژن‌ها سر و کار نداریم.

پاسخ تشریحی:

در مراحل ۵ و ۶ برخلاف مرحلهٔ ۱، با اصول ایمنی زیستی سر و کار داریم! اما در مرحلهٔ یک، فقط به‌دنبال صفت یا صفات مطلوب هستیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در **مرحلهٔ ششم** که تکثیر و کشت گیاه تراژنی اتفاق می‌افتد، با اینکه با ژن‌ها به‌طور مستقیم سر و کار نداریم، اما با **تکثیر گیاه**، مادهٔ ژنتیکی تغییر یافته نیز همانندسازی کرده و مقدار آن افزایش می‌یابد.

۲) در **مرحلهٔ اول** که مرحلهٔ تعیین صفت یا صفات مطلوب است، یاختهٔ گیاهی بررسی می‌شود. در مرحلهٔ پنجم، یاخته‌های گیاهی جدید بررسی می‌شوند و همچنین سلامت و آسیب نرسیدن به سایر گیاهانِ محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مرحلهٔ ششم، گیاه تراژنی تکثیر می‌شود و تعداد یاخته‌های گیاهی افزایش پیدا می‌کند. یاختهٔ گیاهی در هر کدام از این مراحل، حاوی راکیزه و سبزدیسه است. این اندامک‌ها حاوی دنا هستند.

۳) فقط **مرحلهٔ اول** از بین این مراحل، مربوط به تعیین صفت یا صفات مطلوب است.

۲۴ **کدام مورد در ارتباط با اجتماع مورچه‌های برگ‌بُر صادق است؟**

۱) اندازهٔ مورچه‌های حمل‌کنندهٔ برگ، بزرگ‌تر از مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ است.

۲) مورچه‌ها نقش‌های مختلفی در رساندن مادهٔ غذایی مورد استفادهٔ خود به محل زندگی دارند.

۳) از طریق زندگی به‌صورت گروهی، شانس بقای هر فرد متعلق به این اجتماع افزایش پیدا می‌کند.

۴) مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ، رنگ یکسانی دارند که متفاوت با مورچهٔ حمل‌کنندهٔ برگ است.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

مطابق شکل، مورچهٔ **بزرگ‌تر** کارگری است که برگ را به لانه **حمل** و مورچه‌های **کوچک‌تر** از آن **دفاع** می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) اجتماع مورچه‌ها از گروه‌هایی تشکیل شده است که در اندازه، شکل و کارهایی که انجام می‌دهند تفاوت دارند. در اجتماع مورچه‌های برگ‌بر، مورچه‌ها قطعه‌های برگ را **به‌عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ** که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند. بنابراین این برگ‌ها که حمل می‌کنند، مادهٔ غذایی مورد استفادهٔ آن‌ها نیست! بلکه به عنوان کود استفاده می‌شود.

۳) در اجتماع مورچه‌های برگ‌بُر، شانس بقای **افرادی که از برگ محافظت می‌کنند**، لزوماً افزایش پیدا نمی‌کند. چرا که ممکن است در مبارزه با عوامل بیگانه برای محافظت از برگ، از بین بروند.

۴) مطابق شکل، مورچه‌های محافظت‌کننده از برگ، رنگ‌های متفاوتی دارند و بعضی از آن‌ها، هم‌رنگ با مورچهٔ حمل‌کنندهٔ برگ هستند.

۲۵ در ارتباط با نوعی آنزیم برش‌دهنده که جایگاه تشخیصی تشکیل شده از شش جفت نوکلئوتید دارد و ویژگی‌های کلی آن مشابه با جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱ است؛ کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟

«اگر توالی سه نوکلئوتیدِ سمت چپ در جایگاه تشخیص آنزیم در یک رشته از دنا به‌صورت TCG باشد، آن‌گاه توالی سه نوکلئوتید سمت راست در این رشتهٔ دنا به‌صورت ..... خواهند بود و این جایگاه نسبت به جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، پیوندهای هیدروژنی ..... خواهد داشت.»

۱) CGA ـ بیشتری ۲) GCT ـ بیشتری ۳) CGA ـ کمتری ۴) GCT ـ کمتری

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده می‌شود. با توجه به اینکه جایگاه تشخیص در آنزیم برش‌دهندهٔ مورد نظر سؤال نیز ویژگی‌های کلی مشابه با جایگاه تشخیص در آنزیم EcoR۱ دارد، انتظار داریم در این جایگاه تشخیص نیز، **توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته دنا از دو سمت مخالف یکسان خوانده شود.**

اگر سه نوکلئوتید سمت چپ به‌صورت TCG باشند، سه نوکلئوتید سمت راست باید نوکلئوتیدهایی با بازهای آلیِ مکمل این نوکلئوتیدها بوده و به‌صورت CGA باشند. (یعنی نوکلئوتید مکمل G بلافاصله بعد از آن، سپس نوکلئوتید مکمل C و در نهایت هم نوکلئوتید مکمل T) آنگاه کل توالی به‌صورت TCGCGA و توالی مکمل آن در رشتهٔ دیگر دنا به‌صورت AGCGCT خواهد بود.

بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود. در ۶ جفت نوکلئوتید مربوط به این توالی، **چهار** جفت نوکلئوتید C و G وجود دارد

GAATTC
اما در جایگاه تشخیص آنزیم EcoR۱، که به‌صورت CTTAAG است، **دو** جفت نوکلئوتید C و G وجود دارد. بنابراین در جایگاه مورد نظر صورت سؤال، پیوندهای هیدروژنی بیشتری وجود دارد.

۲۶ **از بین مقایسه‌های زیر، کدام مورد یا موارد به‌درستی بیان شده است؟**

الف: رکود تابستانی همانند مهاجرت پرندگان، اساس ژنی دارد.

ب: لاک‌پشت همانند قمری خانگی، نظام جفت‌گیری چند همسری دارد.

ج: در نوعی جیرجیرک همانند طاووس، انتخاب جفت را نر انجام نمی‌دهد.

د: زنبورهای عسل همانند گرگ‌ها، در زندگی گروهی با یکدیگر همکاری می‌کنند.

۱) «ب» ۲) «الف» و «د» ۳) «الف»، «ب»، «ج» و «د» ۴) «الف»، «ج» و «د»

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

همهٔ موارد به‌جز مورد (ب) درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) لاک‌پشتی که رکود تابستانی را انجام می‌دهد، حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد و غذا و آب کافی دریافت می‌کند، رکود تابستانی را نشان می‌دهد. با توجه به این موضوع، **رکود تابستانی را رفتاری ژنی می‌دانند. مهاجرت** رفتاری **غریزی** است که یادگیری نیز در آن نقش دارد.

ب) نظام جفت‌گیری لاک‌پشت را نمی‌دانیم! اما می‌دانیم که **قمری خانگی**، نظام جفت‌گیری **تک همسری** دارد.

انواع نظام‌های جفت‌گیری		
نوع نظام جفت‌گیری	چندهمسری	تک‌همسری
مثال	بیشتر پستانداران و طاووس	بیشتر پرندگان، مثل قمری خانگی
انتخاب جفت	معمولاً توسط افراد ماده	نر و ماده نقش مساوی دارند
نگهداری و پرورش زاده‌ها	فرد ماده	نر و ماده
نقش والد نر در مراقبت از فرزندان	می‌تواند غیرمستقیم کمک کند؛ از طریق نگهداری از قلمرو، تهیهٔ منابع غذایی، آماده‌سازی محل لانه و ایجاد پناهگاه ایمن از شکارچی	همانند فرد ماده، هزینه‌های پرورش زاده‌ها را می‌پردازد

ج) در طاووس‌ها، انتخاب جفت را نر انجام نمی‌دهد.

در کتاب درسی خواندیم که: در نوعی جیرجیرک، جانور نر هزینهٔ بیشتری در تولید مثل می‌پردازد و بنابراین جفت را انتخاب می‌کند. با توجه به این موضوع، پس انواعی از جیرجیرک‌ها هم وجود دارند که به این شکل نیستند و جانور نر، انتخاب جفت را انجام نمی‌دهد.

نظام جفت‌گیری در پرندگان و پستانداران				
جانور	پستانداران		پرندگان	
	بیشتر	برخی	بیشتر	برخی
نظام جفت‌گیری	چندهمسری	تک‌همسری	تک‌همسری	چندهمسری
پرورش زاده‌ها	یکی از والدین (معمولاً جنس ماده)	هر دو والد	هر دو والد	یکی از والدین (معمولاً جنس ماده)
انتخاب جفت	یکی از جنس‌ها (معمولاً جنس ماده)	هر دو جنس، سهم مساوی دارند.	هر دو جنس، سهم مساوی دارند.	یکی از جنس‌ها (معمولاً جنس ماده)
مثال	گوزن	ـــــ	قمری خانگی	طاووس

د) برخی جانوران مانند مورچه و گرگ به‌شکل **گروهی** زندگی می‌کنند و با هم همکاری دارند. **زنبورهای عسل** نیز زندگی گروهی دارند.

۲۷ یک خانم خانه‌دار، خمیری برای تولید نان آماده کرده است و قصد پختن آن را دارد؛ اما به‌دلیل فراموشی، خمیر را به حال خود رها کرده است و پس از اینکه به سراغ آن می‌آید، با خمیری مواجه می‌شود که حجم آن در اثر تخمیر تغییر پیدا کرده است. مطابق با توضیحات کتاب درسی، تغییری که در حجم این خمیر رخ داده، نمونه‌ای از کدام نوع زیست‌فناوری محسوب می‌شود؟

۱) کلاسیک ۲) نوین ۳) سنتی ۴) هیچ‌کدام

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

این سؤال، از دل تعریف مربوط به زیست‌فناوری مطرح شده است:

به‌طورکلی به هرگونه **فعالیت هوشمندانه** آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون یا استفاده از موجود زنده، **زیست‌فناوری** گویند.

در این تعریف باید به کلمهٔ «**هوشمندانه**» توجه کنید! اگر این خانم، خودش از قصد و یا هدف خاصی، خمیر را رها می‌کرد تا تخمیر شود، نمونه‌ای از زیست‌فناوری سنتی رخ داده بود اما در سؤال مطرح شده که به‌دلیل فراموشی، خمیر به حال خود رها شده و این اتفاق افتاده است! بنابراین اصلاً **زیست‌فناوری** صورت نگرفته است.

ویژگی‌های دوره‌های زیست‌فناوری

دورهٔ زیست‌فناوری	سنتی	کلاسیک	نوین
تخمیر	✓ تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی و خیارشور	✓ استفاده از روش‌های تخمیر	ـــــ
کشت ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها)	✗	✓	✓
انتقال ژن از یک ریزجاندار به ریزجاندار دیگر	✗	✗	✓
تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران	✗	✗	✓
تولید ترکیبات دارویی	✗	✓ پادزیست (آنتی‌بیوتیک)ها	✓ پادزیست، انسولین، عوامل انعقادی، واکسن و ...
تولید آنزیم‌ها	✗	✓	✓ آمیلاز، اینترفرون، پلاسمین و ...
تولید مواد غذایی	✓ محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی و خیارشور	✓	✓
تولید ترکیبات جدید با مقادیر بیشتر و کارایی بالاتر	✗	✗	✓ ناشی از تغییر و اصلاح خصوصیات ریزجانداران
فعالیت هوشمندانهٔ آدمی	✓	✓	✓
تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از موجود زنده	✓	✓	✓

۲۸ کودکی که چندین‌بار هنگام تاب‌سواری به زمین خورده و آسیب دیده است، از تاب‌سواری می‌ترسد و دیگر نمی‌خواهد که آن را تجربه کند. اگر این رفتار کودک را با نوعی یادگیری که در جانوران بروز پیدا می‌کند توجیه کنیم، کدام مورد، دربارهٔ این نوع یادگیری در جانوران صحیح است؟

۱) می‌تواند منجر به افزایش دفعات بروز نوعی رفتار خاص در جانور گردد.
۲) یک محرک بی‌اثر می‌تواند پس از مدتی باعث بروز پاسخی غریزی شود.
۳) پاسخ جانور به محرک‌های بی‌اهمیت کاهش پیدا می‌کند یا از بین می‌رود.
۴) جانور با استفاده از تجربه‌های گذشته، برای حل مسئلهٔ جدید برنامه‌ریزی می‌کند.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

تعبیر:

رفتار کودک در حقیقت نوعی **شرطی شدن فعال** است. چون کودک بین رفتار خود (تاب‌سواری کردن) و تنبیهی که به دنبال آن دریافت کرده است (زمین خوردن و آسیب دیدن) ارتباط برقرار کرده است و فکر می‌کند که هر بار تاب‌سواری کند، به زمین خورده و آسیب می‌بیند.

پاسخ تشریحی:

در شرطی شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند. بنابراین در صورتی که **رفتار جانور با دریافت پاداش** همراه باشد، جانور این رفتار را به **دفعات بیشتری تکرار** خواهد کرد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در **شرطی شدن کلاسیک**، یک محرک بی‌اثر در صورتی که با یک محرک طبیعی همراه شود، پس از مدتی تبدیل به محرک شرطی شده و می‌تواند باعث بروز پاسخی غریزی شود.

۳) **خوگیری** موجب می‌شود جانور با چشم‌پوشی از محرک‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.

۴) در رفتار **حل مسئله**، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آن‌ها برای حل مسئلهٔ جدید، آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند.

۲۹ **درخصوص زیست‌فناوری، کدام مورد به‌طور نادرست بیان شده است؟**

۱) زیست‌فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، ریاضیات، فیزیک و علوم مهندسی بهره می‌گیرد.

۲) زیست‌فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و مهندسی ژنتیک، مهندسی بافت و پروتئین، فقط بعضی از روش‌های آن هستند.

۳) به‌طور کلی هرگونه فعالیت انسان در تولید و بهبود محصولات گوناگون با استفاده از اصول زیست‌شناسی، زیست‌فناوری نام دارد.

۴) کاربردهای فراوان زیست‌فناوری، آن را به نشانهٔ پیشرفت کشورها و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

به‌طورکلی به هرگونه فعالیت **هوشمندانه** (نه صرفاً هرگونه فعالیتی) آدمی در تولید و بهبود محصولات گوناگون **با استفاده از موجود زنده**، زیست‌فناوری گویند. دقت کنید که در زیست‌فناوری نیز از اصول زیست‌شناسی استفاده می‌شود اما صرفاً استفاده از اصول زیست‌شناسی کافی نیست تا کارِ ما، زیست‌فناوری محسوب شود؛ بلکه حتماً باید از موجود زنده استفاده شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) زیست‌فناوری از گرایش‌های علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد.

۲) زیست‌فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و **روش‌هایی مانند** مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت را در بر می‌گیرد. بنابراین این سه روش ذکر شده، فقط بعضی از روش‌های زیست‌فناوری هستند.

۴) کاربردهای فراوان زیست‌فناوری، آن را به عنوان نشانهٔ پیشرفت کشورها در قرن حاضر و به یکی از ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع تبدیل کرده است.

۳۰ **در ارتباط با تولید انسولین، کدام مشخصه، محصول تولید شده به‌وسیلهٔ انتقال ژن انسولین انسانی به باکتری را از محصول تولید شده به روش مهندسی ژنتیک متمایز می‌کند؟**

۱) گروه آمین در زنجیرهٔ A، در مقابل گروه آمین در زنجیرهٔ B قرار دارد.

۲) در زنجیرهٔ A فقط گروه کربوکسیل و در زنجیرهٔ B فقط گروه آمین آزاد هستند.

۳) بین آمینواسیدهای زنجیرهٔ A و آمینواسیدهای زنجیرهٔ B، پیوند شیمیایی وجود دارد.

۴) زنجیره‌های A و B از طریق گروه‌های یکسان، با زنجیرهٔ C پیوند پپتیدی برقرار کرده‌اند.

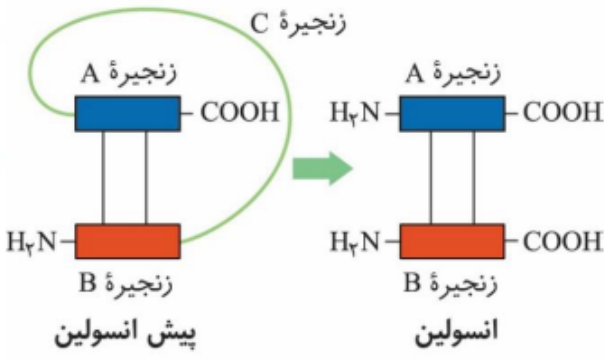
پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

تعبیر:

باکتری در صورت داشتن ژن انسولین انسانی می‌تواند آن را بسازد؛ اما تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود. بنابراین محصولی که پس از **انتقال ژن انسولین به باکتری** تولید می‌شود، در واقع **پیش‌انسولین** است.

محصول تولید شده به روش **مهندسی ژنتیک**، **انسولین فعال** است.

پاسخ تشریحی:



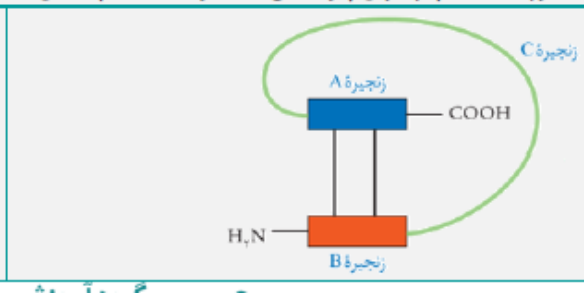
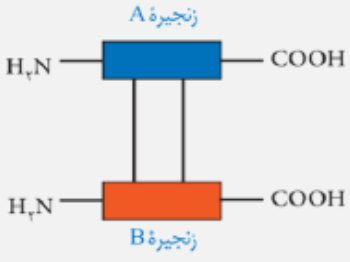
مطابق شکل، در ساختار پیش‌انسولین، **گروه کربوکسیل در زنجیرهٔ A** و **گروه آمین در زنجیرهٔ B** به‌شکل آزاد هستند. اما در انسولین فعال، هر دو گروه آمین و کربوکسیل، در هر دو زنجیره به شکل آزاد قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در **انسولین فعال**، گروه آمین در زنجیرهٔ **A**، در مقابل گروه آمین در زنجیرهٔ **B** قرار دارد. گروه‌های کربوکسیل در این زنجیره‌ها نیز مقابل هم هستند.

۳) مطابق شکل ۱۳، در ساختار پیش‌انسولین همانند انسولین، پیوندهای شیمیایی بین دو زنجیرهٔ **A** و **B** قرار دارد و حتی تعداد این پیوندها نیز در دو ساختار، مشابه است.

۴) در ساختار پیش‌انسولین، **زنجیرهٔ A** از طریق گروه **آمین** و **زنجیرهٔ B** از طریق گروه **کربوکسیل**، با زنجیرهٔ C پیوند پپتیدی برقرار می‌کنند.

پیش انسولین	انسولین
به صورت یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی بزرگ است که خود از ۳ زنجیرهٔ A، B و C تشکیل شده است.	از دو زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی A و B تشکیل شده است.
زنجیره‌های A و B توسط دو پیوند (این پیوندها، غیرپپتیدی هستند!) به هم متصل هستند.	
انتهای آمینی زنجیرهٔ A به انتهای کربوکسیلی زنجیرهٔ C متصل است.	انتهای آمینی زنجیرهٔ A آزاد است.
انتهای کربوکسیل زنجیرهٔ B به انتهای آمین زنجیرهٔ C متصل است.	انتهای کربوکسیل زنجیرهٔ B آزاد است.
انتهای کربوکسیل زنجیرهٔ A و انتهای آمین زنجیرهٔ B آزاد است.	
زنجیره‌های A و B هم از طریق زنجیرهٔ C و هم از طریق پیوندهای غیرپپتیدی به هم اتصال دارند.	زنجیره‌های A و B فقط از طریق پیوندهای غیرپپتیدی به هم متصل‌اند.
زنجیره‌های A و B به صورت مستقیم از طریق پیوند بین ۴ آمینواسید به هم متصل‌اند؛ هر یک از پیوندهای غیرپپتیدی بین دو آمینواسید است.	
	

۳۱ **درخصوص موضوعات اخلاقی متنوعی که طی استفاده از زیست‌فناوری رخ می‌دهند، کدام مورد صحیح است؟**

۱) جنبه‌های اخلاقی مربوط به زیست‌فناوری، شامل مقررات و روش‌هایی به‌منظور تضمین بهره‌برداری از این فناوری است.

۲) قانون ایمنی زیستی به‌منظور پیشگیری از خطرات احتمالی زیست فناوری در همهٔ کشورها از جمله ایران به تصویب رسیده است.

۳) تا به حال با توجه به تحقیقات انجام شده، نتایج اندکی مبتنی بر داده‌های علمی، دربارهٔ آثار جانبی کاربردهای زیست‌فناوری ارائه شده است.

۴) برای پاسخ به سؤالات در خصوص نتایج کاربردهای زیست‌فناوری، دانشمندانی با تخصص‌های مختلف، مجوز نهایی انجام پژوهش‌ها را صادر می‌کنند.

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

پاسخ تشریحی:

قانون ایمنی زیستی به‌منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و **پیشگیری از خطرات احتمالی** آن، در **همهٔ کشورها** از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است.

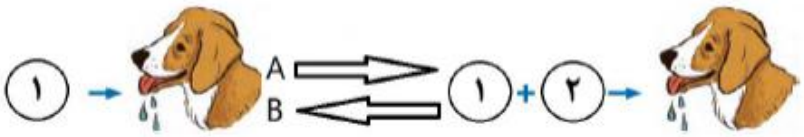
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مانند همهٔ دستاوردهای بشر، استفاده از زیست فناوری نیز باید با ملاحظاتی همراه باشد. این ملاحظات **جنبه‌های مختلف اخلاقی**، اجتماعی و **ایمنی زیستی** را دربر می‌گیرند (۳ تا پنج متنلف). **ایمنی زیستی** (نه ملاحظات اخلاقی) شامل مجموعه‌ای از تدابیر، **مقررات و روش‌هایی** برای **تضمین بهره‌برداری** از این فناوری است.

۳) **تاکنون** از نتایج تحقیقات انجام شده **هیچ‌گونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده‌های علمی** در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به‌دست آمده و خطرناک بودن آن‌ها **ارائه نشده است**.

۴) همواره سؤال‌های متعددی در مورد نتایج انواع کاربردهای زیست فناوری مطرح بوده و هست. برای پاسخ به این سؤالات، پژوهش‌های زیادی در حال انجام است. نتایج به‌دست آمده از چنین پژوهش‌هایی از طرف مجموعه‌ای از دانشمندان با تخصص‌های مختلف **داوری** و **صدور مجوز نهایی توسط دستگاه‌های نظارتی انجام می‌شود**. بنابراین دانشمندان، داوری و دستگاه‌های نظارتی، صدور مجوز نهایی را بر عهده دارند.

۳۲ **اگر ترشح بزاق سگ را نوعی پاسخ در نظر بگیریم، کدام مورد با توجه به شکل زیر صحیح است؟**



۱) اگر جهت فلش «B» باشد، به‌طور حتم محرک «۱» محرک شرطی است.

۲) اگر جهت فلش «A» باشد، به‌طور حتم محرک «۱» محرکی طبیعی است.

۳) اگر جهت فلش «B» باشد، به‌طور حتم محرک «۲» محرکی بی‌اثر بوده است.

۴) اگر جهت فلش «A» باشد، به‌طور حتم محرک «۲» محرکی بی‌اثر بوده است.

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

اگر جهت فلش «A» باشد، در شکل سمت چپ هنوز هیچ نوعی از شرطی شدن رخ نداده است و چون **محرک «۱» باعث ایجاد پاسخ ترشح بزاق شده است**، بنابراین **محرکی طبیعی** است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) و ۳) اگر جهت فلش «B» باشد، محرک «۱» و «۲»، **هر کدامشان ممکن است محرک طبیعی بوده** و محرک دیگر، محرک شرطی باشد که در ادامه به‌تنهایی نیز منجر به ترشح بزاق می‌شود. همچنین **ممکن است هر دو محرک، محرک طبیعی** باشند که یک بار با هم و بار دیگر، به تنهایی در مقابل سگ قرار گرفته‌اند.

۴) اگر جهت فلش «A» باشد، ممکن است محرک «۲» یک محرک شرطی باشد که به‌دلیل همراهی با محرک طبیعیِ «۱» منجر به بروز پاسخ شده باشد. همچنین ممکن است محرک «۲» نیز خودش محرکی طبیعی بوده و در کنار یک محرک طبیعی دیگر، هر دو باعث تحریک پاسخ شده باشند. مثل اینکه هم عصارهٔ گوشت گاو و هم عصارهٔ مرغ را جلوی سگ بگذاریم! در صورت سؤال هم ذکر نشده که حتماً نوعی یادگیری و شرطی شدن اتفاق افتاده است! بنابراین ممکن است اصلاً شرطی شدن در کار نباشد!

۳۳ **علمی که با استفاده از مفاهیم زیست‌شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه‌ای، مبنایی برای درک، طبقه‌بندی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی فراهم می‌کند، در دو روش مهندسیِ مربوط به زیست‌فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. کدام مورد، نمونه‌ای از کاربردهای یکی از این دو روش محسوب می‌شود؟**

۱) تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.
۲) یاخته‌های غضروفی در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید برای بازسازی اندام آسیب‌دیده تولید می‌شود.
۳) یاخته‌های تمایزیافته‌ای مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای، در محیط کشت به‌شکلی تغییر پیدا کرده که توانایی تکثیر زیادی پیدا می‌کنند.
۴) جانشینی یک جفت آمینواسید پلاسمین با آمینواسیدهای دیگر در توالی، باعث افزایش مدت زمان فعالیت و اثرات درمانی آن می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

تعبیر:
مهندسی **پروتئین** و **بافت** از علمی به نام بیوانفورماتیک بهره می‌برند. علم **بیوانفورماتیک** با استفاده از مفاهیم زیست‌شناختی، ریاضی، آمار و علوم رایانه‌ای، مبنایی برای درک، طبقه‌بندی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های زیستی فراهم می‌کند.

پاسخ تشریحی:

متخصصان **مهندسی بافت**، در زمینه تولید و پیوند اعضا نیز فعالیت می‌کنند. برای نمونه، جراحان بازسازی‌کنندهٔ چهره می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند. در این روش، **یاخته‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب‌دیده تولید می‌کنند.**

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) طی **مهندسی ژنتیک**، در شرایط مناسب، باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آن‌ها برای تولید فراورده یا استخراج ژن استفاده کرد.

۳) **یاخته‌های تمایز یافته‌ای** مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای **در محیط کشت به مقدار کم** تکثیر می‌شوند و یا اصلاً تکثیر نمی‌شوند. به همین دلیل در مهندسی بافت، در چنین مواردی از منابع یاخته‌ای که سریع تکثیر می‌شوند مثل یاخته‌های بنیادی جنینی یا یاخته‌های بنیادی بالغ استفاده می‌کنند.

۴) در مهندسی پروتئین، جانشینی **یک آمینواسید** (نه یک جفت) پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی، باعث می‌شود که مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن بیشتر شود.

۳۴ **پرنده کاکایی پس از آنکه جوجه‌هایش از تخم بیرون می‌آیند، پوسته‌های تخم را از لانه خارج می‌کند. کدام مورد در ارتباط با این رفتار صحیح است؟**

۱) علی‌رغم این که کاکایی‌ها زمان زیادی برای بیرون بردن پوسته تخم‌ها صرف می‌کنند، اما این رفتار در بقای زاده‌های آن‌ها نقش حیاتی دارد.

۲) جوجه‌ها در میان علف‌های اطراف آشیانه به خوبی استتار می‌شوند اما رنگ سفید پوستهٔ تخم‌های کاکایی بسیار مشخص است.

۳) کاکایی‌ها این رفتار را با صرف انرژی و به‌منظور کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه‌ها انجام می‌دهند.

۴) این رفتار کاکایی‌ها، رفتار سازگارکننده‌ای برای زاده‌های کاکایی است اما سود مشخصی برای پرندهٔ والد در بر ندارد.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

کاکایی‌ها رفتار دور انداختن پوسته تخم‌های شکسته از لانه را برای کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه‌ها انجام می‌دهند. این رفتار قاعدتاً با مصرف انرژی توسط کاکایی‌ها رخ می‌دهد؛ چون کاکایی باید مسافتی را برای بیرون انداختن پوستهٔ تخم طی کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کاکایی‌ها زمان **بسیار کوتاهی** را برای بیرون بردن پوسته تخم‌ها صرف می‌کنند اما این رفتار در بقای زاده‌های آن‌ها نقشی حیاتی دارد.

۲) جوجه‌ها و **تخم‌های کاکایی در میان علف‌های اطراف آشیانه به خوبی استتار می‌شوند**. البته رنگ سفید داخل پوسته تخم‌های شکسته بسیار مشخص است. بنابراین آنچه که مشکل ایجاد می‌کند، رنگ پوستهٔ تخم‌های کاکایی نیست! رنگِ پوستهٔ داخلی تخم‌های شکسته شده است که به رنگ سفید مشاهده می‌شود.

۴) این رفتارِ کاکایی‌ها سازگارکننده است؛ زیرا احتمال دسترسی شکارچی به زاده‌ها کاهش و احتمال بقای آن‌ها را افزایش می‌دهد و **به سود پرنده** و زاده‌های آن است.

۳۵ **کدام مورد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟**

«نوعی رفتار که ..... از فرومون برای بروز دادن آن استفاده می‌کند، ممکن است در طبیعت .....»

۱) مار ـ منجر به استفادهٔ اختصاصی جانور از منابع و غذاهای قلمرو گردد.

۲) زنبور ـ باعث تغییر در فراوانی دگره‌های موجود در خزانهٔ ژن جمعیت شود.

۳) جیرجیرک ـ بدون تأثیر روی مقدار محتوای انرژی بدن جانور بروز پیدا کند.

۴) گربه ـ برای بالابردن احتمال انتخاب شدن، باعث بروز صفات ثانویهٔ جنسی شود.

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

تعبیر:

زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی و گربه‌ها از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند. بنابراین منظور از هر رفتار:

گزینه ۱: رفتارهای زادآوری (تولیدمثل) / گزینه ۲: دگرخواهی / گزینه ۴: قلمروخواهی

پاسخ تشریحی:

با انجام دگرخواهی توسط زنبور دگرخواه و هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران، **شانس بقا و تولیدمثل** جمعیت **افزایش** می‌یابد و تحت تأثیر این افزایشِ احتمال تولیدمثل، احتمال تغییر در فراوانی دگره‌هایی که در خزانهٔ ژنی وجود دارند نیز بیشتر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) رفتار **قلمروخواهی** (نه رفتارهای زادآوری) می‌تواند منجر به استفادهٔ اختصاصی جانور از منابع و غذاهای قلمرو گردد.

۳) اصلاً کاری به جیرجیرک و فرومون نداریم! آن چه که قطعی است، این است که انجام هر رفتاری در جانور، یا با ذخیره کردن انرژی (مثل خوگیری) یا با از دست دادن انرژی (مثل حل مسئله) و یا به دست آوردن آن (مثل دریافت غذا در جوجه کاکایی) همراه است. بنابراین **همهٔ رفتارها روی مقدار انرژی بدن جانور تأثیر دارند**. پس رفتاری با ویژگی مورد نظر این گزینه نداریم!

۴) در رفتارهای مربوط به زادآوری (نه قلمروخواهی)، بروز صفات ثانویهٔ جنسی منجر به بالا رفتن احتمال انتخاب شدن توسط دیگران می‌شود.

۳۶ **کدام موارد از نظر درستی یا نادرستی، مشابه با عبارت زیر هستند؟**

«در زیست‌کره، تولید دنا از روی رنا، همانند تولید رنا از روی دنا قابل مشاهده است»

الف: اولین ژن‌درمانی، برای دختربچه‌ای ۴ ساله و مبتلا به نقصی در دستگاه ایمنی انجام شد.

ب: جیرجیرک نر با اشتراک‌گذاری اطلاعات از طریق صدا، رفتار جیرجیرک ماده را تغییر می‌دهد.

ج: لاک‌پشتی که با هدف تخم‌گذاری به ساحل می‌آید، نمی‌تواند رفتار رکود تابستانی را بروز دهد.

د: می‌توان برای تولید واکسن با زیست‌فناوری، سموم خالص شدهٔ میکروب را با روش‌های خاص غیرفعال کرد.

۱) «ب» و «د» ۲) «ب» و «ج» ۳) «الف» و «ج» ۴) «الف» و «د»

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ ترکیبی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

عبارت صورت سؤال **درست** است. در مبحث تشخیص بیماری‌ها با زیست‌فناوری خواندیم: برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، دنای موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند. دنای استخراج شده شامل دنای یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالاً **دنای ساخته شده از رنای ویروس** است.

موارد (ب) و (ج) درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) اولین ژن‌درمانی **موفقیت‌آمیز** در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. بنابراین قبل از این مورد نیز ژن‌درمانی انجام شده است اما موفقیت‌آمیز نبوده است. در واقع مورد ذکر شده، اولین ژن‌درمانی موفق است نه اولین ژن‌درمانی.

ب) جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت‌های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می‌کنند. در نتیجهٔ این ارتباط، **رفتار آن‌ها تغییر می‌کند. صدای جیرجیرک نر، اطلاعاتی** مانند گونه و جنسیت را به اطلاع جیرجیرک ماده می‌رساند.

ج) لاک‌پشت‌های **دریایی** ماده پس از طی مسافت‌های طولانی، برای تخم‌گذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند. رکود تابستانی در جانورانی دیده می‌شود که در **جاهای به‌شدت گرم مانند بیابان** زندگی می‌کنند. بنابراین در جانور ساکن دریا، نمی‌توان این رفتار را دید.

د) روش‌های **قبلی** تولید واکسن (قبل از تولید واکسن با زیست فناوری نوین) شامل ضعیف کردن میکروب ها، کشتن آن‌ها و یا **غیرفعال کردن سموم خالص شده آن‌ها با روش‌هایی خاص** بود.

۳۷ **با توجه به انواع رفتارهای مطرح‌شده برای جانوران در کتاب درسی، کدام دو مورد ذکرشده، مربوط به یک نوع رفتار واحد هستند؟**

۱) برای جلوگیری از بروز آن، قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می‌کنند و باعث عدم پاسخ شقایق دریایی به حرکات مداوم آب می‌شود.

۲) برای یاد دادن حرکات نمایشی سیرک به جانوران از آن استفاده می‌کنند و باعث ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ می‌شود.

۳) جوجه غازها با بروز دادن آن، مادر خود را شناسایی می‌کنند و جوجه کاکایی در اولین مرتبهٔ درخواست غذا، آن را بروز می‌دهد.

۴) پرنده با بروز دادن آن، از خوردن پروانه مونارک امتناع می‌کند و شامپانزه با استفاده از آن، از موریانه‌ها تغذیه می‌کند.

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

پاسخ تشریحی:

پرندگان حمله‌کننده به کشتزارها در ابتدا از مترسک می‌ترسند اما بعد از مدتی می‌فهمند که حضور مترسک برای آن‌ها سود یا ضرری ندارد و محرکی بی‌اهمیت است؛ در نتیجه به آن پاسخی نمی‌دهند و ترسی در آن‌ها ایجاد نمی‌شود. این موضوع نمونه‌ای از **خوگیری (عادی شدن)** را نشان می‌دهد. در برخی کشتزارها قوطی‌های فلزی را به مترسک آویزان می‌کنند. این کار باعث ایجاد صدا و در نتیجه اختلال در خوگیری (عادی شدن) می‌شود و بروز این یادگیری را به تأخیر می‌اندازد.

شقایق دریایی با تحریک مکانیکی (تماس)، بازوهای خود را منقبض می‌کند اما به حرکت مداوم آب پاسخی نمی‌دهد. این رفتار به‌دلیل **خوگیری** است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) برای یاد دادن حرکات نمایشی سیرک به جانوران از **شرطی شدن فعال** استفاده می‌کنند. به این صورت که به ازای انجام دادن بعضی کارهای نمایشی توسط جانور، آن را تشویق کرده و به ازای سرپیچی‌ها و رفتارهای نامتناسب، آن را تنبیه می‌کنند. **شرطی شدن کلاسیک** باعث ترشح بزاق سگ با شنیدن صدای زنگ می‌شود.

۳) جوجه غازها با بروز دادن **نقش‌پذیری**، مادر خود را شناسایی می‌کنند. جوجه کاکایی برای درخواست غذا به منقار والد نوک می‌زند. اولین نوک زدن‌های جوجه کاکایی، نوعی **رفتار غریزی** است که بعداً در اثر یادگیری (شرطی شدن فعال) تغییر می‌کند و دقیق‌تر می‌شود.

۴) پرنده، پروانه مونارک را بلعیده و دچار تهوع شده است. پس از چنین تجربه‌هایی پرنده می‌آموزد، این حشره را نباید بخورد. بنابراین یادگیری **شرطی شدن فعال** رخ داده است. شامپانزه‌ها برگ های شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند. این رفتار نمونه‌ای از **حل مسئله** در محیط طبیعی است.

۳۸ **در گروهی از یادگیری‌های مربوط به جانوران، جانور به‌منظور انجام یادگیری باید حداقل چندین‌بار در یک موقعیت مشابه قرار گیرد. کدام مورد، فقط درخصوص بعضی از این یادگیری‌ها درست است؟**

الف: تنها طی دورهٔ مشخصی از زندگی جانور می‌تواند مشاهده شود.

ب: به دنبال استفاده از تجربه‌های گذشته توسط جانور انجام می‌شود.

ج: می‌تواند منجر به جلوگیری از بروز نوعی رفتار یا پاسخ در جانور شود.

د: می‌تواند به حفظ هم‌ایستایی جانور و همچنین تعامل آن با محیط کمک کند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

تعبیر:

گروهی از یادگیری‌های مربوط به جانوران، که جانور به‌منظور انجام یادگیری باید حداقل **چندین بار در یک موقعیت مشابه** قرار گیرد:

خوگیری + **شرطی شدن فعال** + **شرطی شدن کلاسیک**

پاسخ تشریحی:

موارد (ب)، (ج) و (د) صحیح هستند.

بررسی موارد:

الف) نقش پذیری در طی دورهٔ مشخصی از زندگی جانور رخ می‌دهد.

ب) جانوران در محیط تجربه‌های گوناگونی پیدا می‌کنند که رفتارهای آن‌ها را تغییر می‌دهد. تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که **در اثر تجربه** به‌وجود می‌آید یادگیری نام دارد. بنابراین:

نکته: در **انواع یادگیری‌ها**، جانور از **تجربه‌های گذشتهٔ** خود استفاده می‌کند.

ج) خوگیری، پاسخ جانور به محرک‌های بی‌اهمیت کاهش پیدا می‌کند. در شرطی شدن فعال هم اگر جانور رفتاری انجام دهد که با تنبیه همراه باشد، از بروز دادن آن خودداری می‌کند. در نظر داشته باشید که در شرطی شدن کلاسیک، امکان کاهش پاسخ و رفتار جانور نیز وجود دارد، برای مثال اگر در نتیجهٔ نوعی فعالیت در سگ‌ها، همزمان با تنبیه آن‌ها، زنگی را به صدا در آوریم، در نتیجهٔ شرطی شدن کلاسیک، از دفعات بعد همزمان با به صدا در آمدن زنگ، آن حیوان از انجام آن فعالیت خودداری خواهید کرد.

د) خوگیری از طریق کاهش پاسخ به محرک‌های بی‌اهمیت در تعامل جانور با محیط و همچنین از طریق هدر ندادن انرژی جانور، به حفظ هم‌ایستایی آن کمک می‌کند. **شرطی شدن فعال** و **شرطی شدن کلاسیک** نیز با ایجاد پاسخ‌های متناسب در جانور، به تعامل آن با محیط کمک کرده و همچنین ایجاد پاسخ غریزی طی شرطی شدن کلاسیک و انجام دادن یا انجام ندادن رفتارها طی شرطی شدن فعال، به حفظ هم‌ایستایی جانور کمک می‌کنند.

مقایسهٔ انواع رفتار یادگیری					
نوع یادگیری	خوگیری (عادی‌شدن)	شرطی‌شدن کلاسیک	شرطی‌شدن فعال	حل مسئله	نقش‌پذیری
اطلاعات ژنی	✓	✓	✓	✓	✓
اثر تجربه و محیط	✓	✓	✓	✓	✓
تغییر نسبتاً پایدار رفتار	✓	✓	✓	✓	✓
سازگار شدن جانور با تغییرات محیط	✓	✓	✓	✓	✓
کاهش پاسخ به محرک‌های بی‌اثر	✓	✗	✗	✗	✗
حفظ انرژی برای فعالیت‌های حیاتی	✓	✗	✗	✗	✗
برقراری ارتباط بین محرک طبیعی و بی‌اثر	✗	✓	✗	✗	✗
یادگیری با آزمون و خطا	✗	✗	✓	✗	✗
تغییر میزان بروز رفتار با توجه به نتیجهٔ رفتار	✓	✗	✓	✗	✗
برقراری ارتباط بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید	✗	✗	✗	✓	✗
برنامه‌ریزی آگاهانه برای حل مسئلهٔ جدید	✗	✗	✗	✓	✗
فقط در دورهٔ مشخصی از زندگی انجام می‌شود	✗	✗	✗	✗	✓
ارتباط پیوند با مادر و یادگیری رفتارهای اساسی	✗	✗	✗	✗	✓
حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض	✗	✗	✗	✗	✓

۳۹ **درخصوص انواعی از یادگیری‌های مربوط به جانوران که در کتاب درسی هم برای پرندگان و هم برای پستانداران توضیح داده شده‌اند و نوعی شرطی شدن نیز نیستند، چند مورد از موارد زیر می‌تواند درست باشد؟**

الف: همهٔ آن‌ها رفتار جانور با دیگران را تعیین می‌کنند.

ب: یکی از آن‌ها، کل زندگی جانور را از ابتدا تحت تأثیر قرار می‌دهد.

ج: یکی از آن‌ها، با هدف حفظ تنوع جانوری زیست‌کره استفاده می‌شود.

د: همهٔ آن‌ها در بروز غذایابی برگزیده شده توسط انتخاب طبیعی نقش دارند.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۸)

تعبیر:

در کتاب درسی، رفتار **حل مسئله** در شامپانزه (پستاندار) و کلاغ (پرنده) توضیح داده شده است. همچنین **نقش‌پذیری** برای بره‌ها (پستاندار) و جوجه غازها (پرنده) توضیح داده شده است.

همهٔ موارد درست‌اند.

بررسی موارد:

الف) **نقش‌پذیری** در پستانداران نیز دیده می‌شود، مثلاً بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آن‌ها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و **تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند.**

در رفتار **حل مسئله**، شامپانزه‌ها برگ‌های شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند. بنابراین رفتار حل مسئله در برخورد شامپانزه‌ها با موریانه‌ها نقش دارد!

ب) جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند. جسم متحرک معمولاً مادر آن‌ها است. این دنبال کردن موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود. پیوند جوجه غازها و مادرشان در نتیجهٔ نوعی یادگیری به نام **نقش پذیری** ایجاد می‌شود. جوجه غازها با نقش پذیری مادر خود را می‌شناسند. این شناسایی **برای بقای جوجه‌ها حیاتی** است، بدون آن جوجه‌ها تحت مراقبت مادر قرار نمی‌گیرند و ممکن است بمیرند. بنابراین از همان ابتدای آغاز زندگی، نقش‌پذیری می‌تواند روی کل زندگی جانور تأثیر بگذارد.

ج) امروزه پژوهشگران می‌کوشند از **نقش‌پذیری** در حفظ گونه‌های جانوران در خطر انقراض استفاده کنند.

د) جوجه غازها با **نقش‌پذیری**، رفتارهای اساسی مانند **جست‌وجوی غذا** را نیز از مادر یاد می‌گیرند.

حل مسئله نیز می‌تواند در بروز رفتار غذایابی نقش داشته و باعث تغذیهٔ جانور شود. مثلاً: شامپانزه تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت **میوه‌ها** را بشکنند. همچنین شامپانزه‌ها برگ‌های شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.

انواع رفتارهای یادگیری					
نوع یادگیری	محرک شرطی و غیرشرطی	آزمون خطا	عدم پاسخ نسبت به محرک بی‌اثر	برقراری ارتباط بین تجارب گذشته و موقعیت جدید	رخ دادن در دورهٔ مشخصی از زندگی
خوگیری (عادی‌شدن)	✗	✗	✓	✗	✗
	۱ـ عدم پایین آمدن سر هنگام دیدن برگ‌های در حال افتادن در بالای سر، ۲ـ عدم انقباض بازوهای شقایق دریایی هنگام حرکت مداوم آب، ۳ـ خوگیری کلاغ‌ها به مترسک‌ها و فرار نکردن از آن‌ها				
شرطی‌شدن کلاسیک	✓	✗	✗	✗	✗
	۱ـ ترشح بزاق سگ هنگام شنیدن صدای زنگ یا دیدن فرد غذادهنده				
شرطی‌شدن فعال	✗	✓	✗	✗	✗
	۱ـ اصلاح رفتار نوک‌زدن جوجهٔ کاکایی به منقار والد، ۲ـ فشار دادن اهرم توسط موش گرسنه برای دریافت غذا، ۳ـ خودداری از خوردن مجدد پروانهٔ مونارک توسط زاغ کبود، ۱ـ انجام حرکات نمایشی توسط جانوران در سیرک‌ها				
حل مسئله	✗	✗	✗	✓	✗
	۱ـ روی هم گذاشتن جعبه‌ها توسط شامپانزه برای رسیدن به موزهای آویزان از سقف، ۲ـ فرو کردن برگ‌ها به درون لانهٔ موریانه‌ها توسط شامپانزه‌ها، ۳ـ استفاده از تکه‌های چوب برای شکستن پوستهٔ سخت میوه‌ها توسط شامپانزه‌ها، ۴ـ بالا کشیده‌شدن تکه‌گوشت آویزان به انتهای طناب توسط کلاغ سیاه				
نقش‌پذیری	✗	✗	✗	✗	✓
	۱ـ نقش‌پذیری جوجه غازها به مادر خود، ۲ـ نقش‌پذیری بره‌های بی‌سرپرست نسبت به انسان				

۴۰ **کدام مورد در ارتباط با کاربردهایی که به‌عنوان کاربردهای زیست‌فناوری در حوزهٔ پزشکی در کتاب درسی مطرح شده‌اند، صحیح است؟**

۱) تعداد مواردی که با انجام آن‌ها، ماده‌ای ساخته می‌شود، برابر با پروتئین‌های دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید است.

۲) تعداد مواردی که در جلوگیری از عوارض بیماری نقش دارند، برابر با پروتئین‌های اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید است.

۳) تعداد مواردی که انجام آن‌ها به نوکلئیک‌اسید وابسته است، برابر با کربن‌های اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در آناناس است.

۴) تعداد مواردی که با خارج کردن موادی از بدن بیمار همراه‌اند، برابر با کربن‌های اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در گل رز است.

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۲۰۷)

تعبیر صورت سؤال: کاربردهای زیست فناوری در پزشکی: ۱ـ تولید دارو ۲ـ تولید واکسن ۳ـ ژن‌درمانی ۴ـ تشخیص بیماری‌ها

پاسخ تشریحی:

تعداد مواردی که انجام آن‌ها به نوکلئیک‌اسیدها وابسته است، برابر با **۴** است. در **تولید دارو**، از ژن‌های مربوط به موارد مختلفی همچون انسولین، برای تولید آن استفاده می‌شود. در **تولید واکسن** نیز ژن مربوط به پادگن (آنتی ژن) سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود. در **ژن‌درمانی**، ژن جدیدی به یاخته‌های بیمار وارد می‌شود. در **تشخیص بیماری** نیز نوکلئیک‌اسید عامل بیماری‌زا شناسایی می‌شود.

آناناس یک گیاه CAM است. اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در این گیاهان، ترکیبی **۴** کربنی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تعداد مواردی که با انجام آن‌ها، ماده‌ای ساخته می‌شود، برابر با **۳** است. در **تولید واکسن** و **تولید دارو** که محصول ایجاد می‌شود. در **ژن‌درمانی** نیز ممکن است پروتئین یا هورمون جدیدی در بدن تولید شود. مثل اولین ژن‌درمانی موفقیت‌آمیز. دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، بین فتوسیستم۱ و $NADP^+$ است و **۲** جزء پروتئینی دارد.

۲) تعداد مواردی که در جلوگیری از عوارض بیماری نقش دارند، برابر با **۴** است. **تولید دارو** از طریق ایجاد داروهای مفید باعث جلوگیری از وخیم شدن بیماری و ایجاد عوارض می‌شود. **تولید واکسن** باعث جلوگیری از ابتلای فرد به بیماری می‌شود. **ژن‌درمانی** می‌تواند با درمان فرد از ایجاد عوارض مربوط به بیماری جلوگیری کند. در **تشخیص بیماری‌ها** نیز با تشخیص زودهنگام بیماری قبل از ایجاد عوارض بیماری در فرد، بیماری شناسایی شده و درمان آغاز می‌شود. اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون غشای تیلاکوئید، بین فتوسیستم۲ و فتوسیستم۱ است و **۳** جزء پروتئینی دارد.

۴) تعداد مواردی که با خارج کردن موادی از بدن بیمار همراه‌اند، برابر با **۲** است. در **ژن‌درمانی**، یاخته‌هایی از بدن بیمار خارج می‌شود. در **تشخیص بیماری‌ها** ممکن است خون فرد استخراج شده و عامل بیماری‌زا در آن شناسایی شود. گل رز یک گیاه C_3 است. اولین ترکیب پایدار حاصل از تثبیت کربن در این گیاهان، ترکیبی **۳** کربنی است.

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۴۱ چه تعداد از عبارت‌های زیر در ارتباط با اثر فوتوالکتریک، درست است؟

الف: بنا به دیدگاه فیزیک کلاسیک، پدیدهٔ فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد.

ب: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانه بیشتر باشد، کاهش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، سبب کاهش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها می‌شود.

ج: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز کمتر باشد، با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، ممکن است پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ دهد.

د: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز بیشتر باشد، با افزایش بسامد نور (بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها)، تندی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

بچه‌ها در هیچ درسی از متن کتاب درسی غافل نشین. حالا منطبق بر متن کتاب درسی، درسنامه زیر رو بخون

تا دهه‌های پایانی قرن نوزدهم، بیشتر حوزه‌های فیزیک، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول که امروزه با نام فیزیک کلاسیک از آن‌ها یاد می‌شود به صورت‌بندی نهایی خود رسیده بود و به نظر می‌رسید که در توصیف گسترهٔ وسیعی از پدیده‌های فیزیکی کاملاً موفق‌اند. با این حال در آن سال‌ها، پدیده‌هایی مشاهده و آزمایش‌هایی انجام شد که تبیین کامل و درست آن‌ها با نظریه‌های فیزیک کلاسیک ممکن نبود و سبب تغییرات بنیادی در دیدگاه فیزیک‌دانان نسبت به توضیح رفتار برخی از پدیده‌های فیزیکی شد. به‌طوری که در سه دههٔ آغازین قرن بیستم، نتایج این تلاش‌ها به نظریهٔ نسبیت خاص (مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندی نور)، نظریهٔ نسبیت عام (مربوط به مطالعهٔ هندسهٔ فضا ـ زمان و گرانش) و نظریهٔ کوانتومی (مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند اتم‌ها و ذره‌های سازندهٔ آن‌ها) منجر شد که امروزه به آن فیزیک جدید می‌گویند. اندکی پس از ظهور این نظریه‌ها، شاخه‌های دیگری مانند فیزیک هسته‌ای، فیزیک ذرات بنیادی و کیهان‌شناسی به تدریج به وجود آمدند.

اثر فوتوالکتریک و فوتون

اگر بر کلاهک برق‌نمایی با بار منفی، نور فرابنفشی تابیده شود، مشاهده می‌شود که انحراف ورقه‌های آن کاهش می‌یابد (شکل ۱ ـ الف) در حالی که با تابش نور مرئی، تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما رخ نمی‌دهد (شکل ۲ ـ ب). چرا این پدیده‌ها اتفاق می‌افتد؟ آزمایش نشان می‌دهد وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطحی فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند (شکل ۲). این پدیدهٔ فیزیک را، اثر فوتوالکتریک و الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترون می‌نامند.

شکل ۱ـ الف: برهم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق‌نما سبب می‌شود تا ورقه‌های آن به سرعت به هم نزدیک شوند. ب: در حالی که برهم‌کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته‌ای تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.

شکل ۲ـ الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.

همان‌طور که در فصل ۳ دیدیم، نور، موجی الکترومغناطیسی است، بنابراین می‌توان انتظار داشت هنگام برهم‌کنش موج الکترومغناطیسی (نور فرودی) با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج، نیروی $\vec{F} = -e\vec{E}$ به الکترون‌های فلز وارد کند و آن‌ها را به نوسان وادارد. به این ترتیب، وقتی دامنهٔ نوسان برخی از الکترون‌ها به قدر کافی بزرگ شود انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می‌کنند. بنابه این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

یکی دیگر از پیامدهای نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است $(I \propto E^2)$. به این ترتیب انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معین، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون‌ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه‌ای که تجربه آن را تایید نمی‌کند.

شکست مدل موج الکترومغناطیسی در توضیح برخی پدیده‌ها مانند اثر فوتوالکتریک به این معنی نیست که مدل موجی نور باید کنار گذاشته شود. ولی باید متوجه باشیم که مدل موجی، تمام ویژگی‌های نور را در برندارد و به همین دلیل قادر نیست توجیه درستی از تمامی پدیده‌های فیزیکی مرتبط با برهم‌کنش نور با ماده را ارائه کند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پس از نزدیک به ۲۰ سال که تلاش بسیاری از دانشمندان برای توجیه اثر فوتوالکتریک به کمک مفاهیم و قانون‌های فیزیک کلاسیک به نتیجه نرسیده بود در سال ۱۹۰۵ اینشتین توضیحی قانع‌کننده در مورد این اثر ارائه داد و جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۲۱ میلادی را به خاطر تبیین آن دریافت کرد. اینشتین در نظریهٔ فوتوالکتریک خود با توجه به کارهای قبلی پلانک در زمینهٔ تابش گرمایی اجسام، فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بستهٔ انرژی، که بعدها فوتون نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$E = hf$$

در این رابطه h ثابت پلانک نامیده می‌شود و به‌طور تجربی معلوم شده است که مقدار آن $h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ J.s$ است.

بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج‌شده تبدیل می‌شود.

نکته:

هنگامی که نوری با بسامد f به فلزی با بسامد آستانهٔ f_0 (بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد.) می‌تابد، سه حالت زیر رخ می‌دهد.

۱ـ $f > f_0$: در این حالت فوتون‌های تابیده‌شده حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را دارند و پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد. در این حالت خوب است که نکات زیر را بدانید:

الف: اگر بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها، بسامد موج (f) را افزایش دهیم، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.

ب: اگر بدون تغییر در بسامد نور (f)، تعداد فوتون‌ها را افزایش دهیم، یعنی شدت نور را زیاد کنیم، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند ولی تعداد الکترون‌های جداشده از فلز افزایش می‌یابد.

۲ـ $f < f_0$: در این حالت فوتون‌های تابیده‌شده حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. در این حالت خوب است که نکات زیر را بدانید:

الف: اگر بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها، بسامد موج (f) را افزایش دهیم، ممکن است پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ بدهد یا ندهد. اگر بسامد نور از بسامد آستانهٔ فلز بیشتر شود یا با آن برابر شود، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

ب: اگر بدون تغییر در بسامد نور (f)، تعداد فوتون‌ها را افزایش دهیم، یعنی شدت نور را زیاد کنیم، با توجه به این‌که اصلاً پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، هیچ تغییری صورت نمی‌گیرد و همچنان هیچ الکترونی از فلز جدا نمی‌شود.

۳ـ $f = f_0$: در این حالت پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد و کل انرژی هر فوتون صرف کنده شدن الکترون از سطح فلز می‌شود، ولی انرژی جنبشی الکترون‌های جداشده صفر می‌شود.

بررسی موارد:

الف: بنابه دیدگاه فیزیک کلاسیک، پدیدهٔ فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست. (در واقع بنابه دیدگاه فیزیک جدید، اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) کمتر باشد، فوتون‌ها، حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.) (✓)

ب: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز بیشتر باشد، کاهش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، تعداد فوتون‌ها را کاهش می‌دهد و در نتیجه تعداد الکترون‌های جداشده از فلز (تعداد فوتوالکترون‌ها) کاهش می‌یابد، اما انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند. (✗)

ج: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز کمتر باشد، با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، به هیچ عنوان، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، زیرا بسامد نور تابیده‌شده، ثابت مانده است و همچنان کمتر از بسامد آستانه می‌باشد. (✗)

د: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح یک فلز از بسامد آستانهٔ آن فلز بیشتر باشد، با افزایش بسامد نور (بدون تغییر در تعداد فوتون‌ها)، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد و در نتیجه بر طبق رابطهٔ انرژی جنبشی، یعنی $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$، تندی فوتوالکترون‌ها نیز افزایش می‌یابد. (✓)

گروه آموزشی ماز

۴۲ **مجموع انرژی دو فوتون A و B، برابر با $۱/۹۲ \times ۱۰^{-۱۸}\ J$ است. اگر طول موج فوتون A، ۸۰ درصد کمتر از طول موج فوتون B باشد، بسامد فوتون B چند هرتز است؟** $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C\ ,\ h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s)$

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۳) ۵×۱۰^{۱۴} ۴) ۵×۱۰^{۱۵}

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

اینشتین فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بستهٔ انرژی، فوتون نام دارد که دارای انرژی‌ای است که از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$E = hf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = \frac{hc}{\lambda}$$

E : انرژی فوتون (J)

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

h : ثابت پلانک $(J.s)$

f : بسامد نور فرودی (Hz)

c : تندی انتشار نور در خلأ $(\frac{m}{s})$

λ : طول موج نور فرودی (m)

✓ تندی انتشار نور در خلأ، $c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ است.

✓ h ثابت پلانک نامیده می‌شود که مقدار آن در SI، $h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}J.s$ است.

الکترون ـ ولت: ژول واحد بسیار بزرگی است، بنابراین برای بیان انرژی فوتون از واحد کوچک‌تری به نام الکترون‌ولت (eV) استفاده می‌کنیم.

یک الکترون‌ولت، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک الکترون در جابه‌جایی بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل یک ولت است:

$$|\Delta V| = \left|\frac{\Delta U}{q}\right| \rightarrow ۱eV = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J$$

تبدیل ژول و الکترون‌ولت به هم:

$$J \underset{\times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{\overset{\div ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}{\rightleftarrows}} eV$$

گام اول:

طول موج فوتون A، ۸۰ درصد کمتر از طول موج فوتون B می‌باشد، پس داریم:

$$\lambda_A = \lambda_B - \frac{۸۰}{۱۰۰}\lambda_B \rightarrow \lambda_A = \frac{۲۰}{۱۰۰}\lambda_B \rightarrow \lambda_A = \frac{۲}{۱۰}\lambda_B$$

$$\xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}} \frac{c}{f_A} = \frac{۲}{۱۰}(\frac{c}{f_B}) \rightarrow \frac{۱}{f_A} = \frac{۲}{۱۰}(\frac{۱}{f_B}) \rightarrow \frac{۱}{f_A} = \frac{۲}{۱۰f_B} \rightarrow ۲f_A = ۱۰f_B$$

$$\rightarrow f_A = ۵f_B$$

گام دوم:

مجموع انرژی دو فوتون A و B، برابر با $۱/۹۲\times۱۰^{-۱۸}J$ است. این میزان انرژی برحسب ژول را به الکترون‌ولت (eV) تبدیل می‌کنیم:

$$E_A + E_B = ۱/۹۲\times۱۰^{-۱۸}J = \frac{۱/۹۲\times۱۰^{-۱۸}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۱۲eV$$

می‌دانیم انرژی هر فوتون از رابطهٔ $E = hf$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

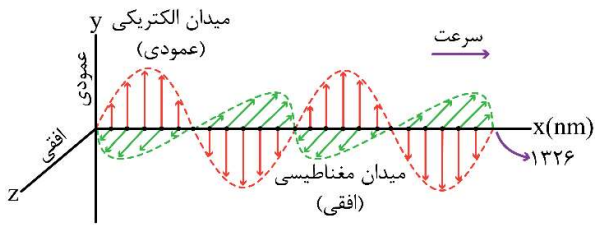
$$E_A + E_B = ۱۲ \rightarrow hf_A + hf_B = ۱۲ \rightarrow h(f_A + f_B) = ۱۲$$

$$\xrightarrow{h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s} ۴\times۱۰^{-۱۵}(f_A + f_B) = ۱۲ \rightarrow f_A + f_B = \frac{۱۲}{۴\times۱۰^{-۱۵}} = ۳\times۱۰^{۱۵}$$

$$\xrightarrow{f_A = ۵f_B} ۵f_B + f_B = ۳\times۱۰^{۱۵}$$

$$\rightarrow ۶f_B = ۳\times۱۰^{۱۵} \rightarrow f_B = \frac{۳\times۱۰^{۱۵}}{۶} = ۵\times۱۰^{۱۴}Hz$$

۴۳ شکل زیر، تصویر لحظه‌ای از نوری را نشان می‌دهد که از یک لامپ رشته‌ای با توان ورودی ۹۰W منتشر شده است؛ به طوری که این لامپ از فاصلهٔ ۳ کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ ۴۰ درصد است. در مدت زمان ۳s چه تعداد فوتون وارد هر دو مردمک چشم‌های ناظری می‌شود که در فاصلهٔ ۳ کیلومتری از لامپ قرار دارد؟ ($h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}J.s$ و $c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ و قطر مردمک = ۲mm)



۱) $۱۰^{۷}$

۲) ۴×۱۰^{۷}

۳) ۲×۱۰^{۷}

۴) ۸×۱۰^{۷}

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ نموداری ـ ۱۲۰۴)

کمیت کوانتومی (گسسته)

کمیتی است که مضرب درستی از مقدار پایه یا کوانتوم آن کمیت است. یادتان هست که در فیزیک یازدهم، بار الکتریکی (q) کمیتی کوانتومی بود و کوانتوم آن (مقدار پایه) برابر با بار الکتریکی یک الکترون ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$) بود. در مورد انرژی موج الکترومغناطیسی هم می‌توان گفت که کمیتی کوانتومی است و مضرب درستی از انرژی یک فوتون (hf) می‌باشد:

$$E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$$

E : انرژی موج الکترومغناطیسی n : تعداد فوتون‌ها hf : انرژی هر فوتون

نکته: توان تابشی یک نور تکفام با بسامد f را به کمک رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{\lambda t}$$

P : توان تابشی E : انرژی موج الکترومغناطیسی t : مدت‌زمان

حالا که توان تابشی رو بلد شدی، شدت تابشی یک نور تکفام رو هم یاد بگیر:

$$\text{شدت تابشی } I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} \rightarrow I = \frac{nhf}{At} = \frac{nhc}{\lambda At} \quad \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

گام اول:

بازده لامپ ۴۰ درصد است، اکنون توان خروجی لامپ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \rightarrow 40 = \frac{P_{\text{خروجی}}}{90} \times 100 \rightarrow P_{\text{خروجی}} = 36W$$

گام دوم:

مساحت جبههٔ موج که در فاصلهٔ $3km$ از چشمهٔ موج (لامپ) قرار دارد را به‌دست می‌آوریم: (در واقع مساحت کره‌ای به شعاع $3km$ را به‌دست می‌آوریم.)

$$A = 4\pi r^2 \xrightarrow{r=3km=3\times10^3 m} A = 4 \times \pi \times (3\times10^3)^2 = 36\pi \times 10^6 m^2$$

اکنون، شدت نور در فاصلهٔ $3km$ از چشمهٔ موج (لامپ) را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow[A=36\pi\times10^6 m^2]{P=36W} I = \frac{36}{36\pi\times10^6} = \frac{1}{\pi}\times10^{-6}\frac{W}{m^2}$$

گام سوم:

مساحت هر مردمک چشم ناظر، که همان مساحت یک دایره است، برابر است با:

$$A_{\text{مردمک}} = \pi r^2 \xrightarrow[\text{قطر مردمک:D}]{r=\frac{D}{2},\ D=2mm=2\times10^{-3}m} r=\frac{2\times10^{-3}}{2}=10^{-3}m \rightarrow A_{\text{مردمک}} = \pi(10^{-3})^2 = \pi\times10^{-6}m^2$$

شدت نوری که در فاصلهٔ $3km$ از چشمه موج (لامپ) وجود دارد، همان شدت نوری است که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود.

اکنون مقدار انرژی که به هر مردمک چشم ناظر وارد می‌شود را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{E}{tA_{\text{مردمک}}} \xrightarrow[t=3s,\ A_{\text{مردمک}}=\pi\times10^{-6}m^2]{I=\frac{1}{\pi}\times10^{-6}\frac{W}{m^2}} \frac{1}{\pi}\times10^{-6} = \frac{E}{3\times\pi\times10^{-6}}$$

$$\rightarrow E = \frac{1}{\pi}\times10^{-6}\times3\times\pi\times10^{-6} = 3\times10^{-12}J$$

روش تستی:

با یک تناسب ساده هم می‌توانستیم انرژی که به هر مردمک وارد می‌شود را محاسبه کنیم.

$$\begin{array}{c|c} 36W & 4\pi\times(3000)^2 \\ \hline P_{\text{مردمک}} & \pi\times(10^{-3})^2 \end{array} \Rightarrow P_{\text{مردمک}} = \frac{36\times\pi\times10^{-6}}{4\pi\times9\times10^6} = 10^{-12}W$$

در هر ثانیه $10^{-12}J$ انرژی به هر مردمک می‌رسد، پس در مدت $3s$، $3\times10^{-12}J$ انرژی به هر مردمک می‌رسد.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

با توجه به تصویر لحظه‌ای نور منتشرشده، که در صورت سؤال آمده است، $۲\lambda = ۱۳۲۶nm$ است، پس داریم:

$$۲\lambda = ۱۳۲۶nm \rightarrow \lambda = \frac{۱۳۲۶}{۲} = ۶۶۳nm = ۶۶۳\times ۱۰^{-۹}m$$

پس طول موج نور منتشر شده $۶۶۳\times ۱۰^{-۹}m$ است.

اکنون تعداد فوتون‌های ورودی به هر مردمک چشم ناظر را به‌دست می‌آوریم:

$$E = nhf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = nh\frac{c}{\lambda} \xrightarrow[h=۶/۶۳\times ۱۰^{-۳۴}J.s\ ,\ c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{E=۳\times ۱۰^{-۱۲}J\ ,\ \lambda=۶۶۳\times ۱۰^{-۹}m}$$

$$۳\times ۱۰^{-۱۲} = n\times ۶/۶۳\times ۱۰^{-۳۴}\times\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۶۶۳\times ۱۰^{-۹}} \rightarrow n = ۱۰^{۷}$$

دقت کنید که به هر مردمک چشم ناظر $۱۰^{۷}$ فوتون وارد می‌شود پس به هر دو مردمک چشم ناظر ۲×۱۰^{۷} فوتون وارد می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۴۴ **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند.
۲) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است.
۳) در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد، بعضی از طول موج‌ها وجود ندارند.
۴) طیف گسیلی برخلاف طیف جذبی برای هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

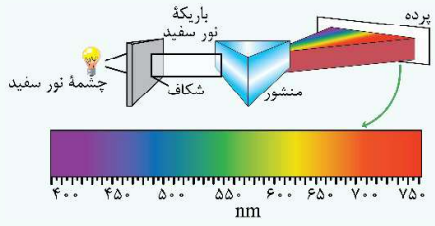
پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

انواع طیف‌های اتمی

در این قسمت، انواع طیف‌های اتمی را بررسی می‌کنیم.

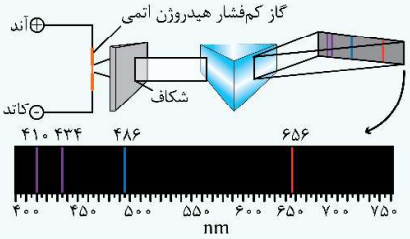
۱ـ طیف گسیلی پیوسته

همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. (اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می‌کنند. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.) برای یک جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول‌موج‌هاست. به همین دلیل طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می‌نامند. در شکل زیر، طیف گسیلی پیوستهٔ نور سفید از رشته داغ یک لامپ روشن نشان داده شده است. در این شکل تنها بخش مرئی طیف نشان داده شده است که گسترهٔ طول موج آن از حدود ۴۰۰nm (نور بنفش) تا حدود ۷۵۰nm (نور قرمز) است:



۲ـ طیف گسیلی خطی

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است. حال آن‌که گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معینی است. این طیف گسسته را معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند و طول‌موج‌های ایجادشده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصر به فرد هستند و سرنخ‌های مهمی را دربارهٔ نوع و ساختار اتم‌های آن گاز به دست می‌دهند. طیف خطی گاز هیدروژن اتمی در ناحیهٔ مرئی، شامل یک رشتهٔ منظم از خط‌هایی است که محل آن‌ها در شکل زیر نشان داده‌شده است:



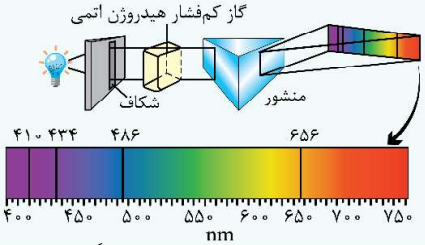
۳ـ طیف جذبی خطی

در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانهوفر، با مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید، خط‌های تاریک نازکی را در آن کشف کرد (خط‌های تاریکی که در طیف خورشید دیده می‌شود، به افتخار کشف‌کنندهٔ آن، خط‌های فرانهوفر نامیده می‌شوند.) این تجربه نشان می‌داد در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول‌موج‌ها وجود ندارند. امروزه می‌دانیم بسیاری از خط‌های تاریکی که فرانهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول‌موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

شکل زیر اسباب آزمایشی را به‌صورت طرح‌وار نشان می‌دهد که در آن باریکهٔ نور سفید قبل از عبور از منشور، از گاز کم‌فشار هیدروژن می‌گذرد. با انجام این آزمایش پی می‌بریم یک طیف پیوسته (مشابه طیف رنگین‌کمان) با خط‌هایی تاریک درون آن مشاهده می‌شود که در آن بعضی از طول‌موج‌ها از نور سفید جذب شده‌اند.



شکل بالا روشی برای مشاهدهٔ طیف‌های جذبی است. یک چشمهٔ نور سفید که گستره‌ای پیوسته از طول‌موج‌ها را تولید می‌کند، از ظرفی حاوی گاز کم‌فشار هیدروژن اتمی می‌گذرد و توسط منشور پاشیده می‌شود و طیف آن روی پرده تشکیل می‌شود. خط‌های تاریک روی طیف، به طول‌موج‌هایی از نور سفید مربوط است که توسط اتم‌های گاز جذب شده‌اند.

در مورد رابطهٔ طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی به دو نکتهٔ زیر توجه کنید:

الف: هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم‌های گاز هر عنصر، طول‌موج‌های معینی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

ب: اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول‌موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که اگر دمای آن‌ها به اندازهٔ کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن‌ها را تابش می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها:

۱) همه اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. (✓)

۲) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است. (✓)

۳) در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانهوفر، با مشاهدهٔ دقیق طیف خورشید، خط‌های تاریک نازکی را در آن کشف کرد. (خط‌های تاریکی که در طیف خورشید دیده می‌شود، به افتخار کشف‌کنندهٔ آن، خط‌های فرانهوفر نامیده می‌شوند) این تجربه نشان می‌داد در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول‌موج‌ها وجود ندارند. امروزه می‌دانیم بسیاری از خط‌های تاریکی که فرانهوفر در طیف خورشید کشف کرد، ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند. (✓)

۴) هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم‌های گاز هر عنصر، طول‌موج‌های معینی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است، یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست. (✗)

گروه آموزشی ماز

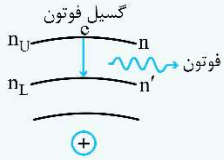
۴۵ در اتم هیدروژن، طول‌موج سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=1)$، چند نانومتر کوتاه‌تر از طول‌موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=2)$ است؟ $(R=\frac{1}{100}(nm)^{-1})$

۱) $\frac{1300}{3}$ ۲) $\frac{1280}{3}$ ۳) $\frac{1600}{3}$ ۴) $\frac{400}{3}$

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

فوتون گسیل‌شده

مطابق شکل زیر هنگامی که در یک اتم، الکترون از لایه‌ای به لایه پایین‌تر منتقل می‌شود، فوتونی با بسامد f و طول‌موج λ گسیل می‌کند. برای به‌دست آوردن طول‌موج فوتون گسیل‌شده در اتم هیدروژن می‌توانیم از رابطهٔ زیر استفاده کنیم:



معادلهٔ ریدبرگ

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}) \quad \text{یا} \quad \frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n_L^2}-\frac{1}{n_U^2})$$

λ ← طول‌موج فوتون گسیل‌شده

R ← ثابت ریدبرگ $\left(R=0/01(nm)^{-1}\right)$

n_L یا n' ← شمارهٔ لایهٔ مقصد (لایه پایین‌تر)

n_U یا n ← شمارهٔ لایه مبدأ (لایه بالاتر)

نکته: در رابطهٔ ریدبرگ اگر R برحسب $(nm)^{-1}$ جای‌گذاری شود، λ برحسب (nm) به‌دست می‌آید که معمولاً در سؤالات کنکور طول‌موج برحسب نانومتر خواسته می‌شود و نیازی به تبدیل واحد نیست.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

بر مبنای لایهٔ مقصد، فوتون‌های گسیلی از اتم هیدروژن گروه‌بندی می‌شوند. به هر گروه در اصطلاح یک رشتهٔ اتمی گفته می‌شود و هر رشته را با نام یک دانشمند نام‌گذاری می‌کنند. به طور مثال اگر الکترون‌ها از لایهٔ بالاتر به لایهٔ شماره (۱) منتقل شوند، رشتهٔ مورد نظر را رشتهٔ لیمان می‌نامند و به الکترون‌ها و فوتون‌های مورد نظر به‌ترتیب الکترون لیمان و فوتون لیمان می‌گویند. در جدول زیر نام رشته‌های مختلف به همراه پرتو گسیل‌شده، مشخص است.

نام طیف	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{n^2})$	۲,۳,۴,...	فرابنفش
بالمر	۲	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n^2})$	۳,۴,۵,...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۳	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{n^2})$	۴,۵,۶,...	فروسرخ
براکت	۴	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{n^2})$	۵,۶,۷,...	فروسرخ
پفوند	۵	$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{5^2}-\frac{1}{n^2})$	۶,۷,۸,...	فروسرخ

نکته۱:

با توجه به جدول بالا، به نکات زیر توجه کنید:

۱ـ همهٔ فوتون‌های رشتهٔ لیمان $(n'=1)$ در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارند، یعنی طول‌موج آن‌ها کمتر از $400\,nm$ است.

۲ـ چهار خط طیفی اول رشتهٔ بالمر $(n'=2)$ در ناحیهٔ مرئی قرار دارند و خط‌های طیفی بعدی آن در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارند.

۳ـ همهٔ فوتون‌های رشته‌های پاشن $(n'=3)$، براکت $(n'=4)$ و پفوند $(n'=5)$ در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارند، یعنی طول‌موج آن‌ها از $700\,nm$ بیشتر است.

۴ـ با توجه به چند نکتهٔ بالا می‌توان به نتایج زیر رسید:

الف: اگر اتم هیدروژن فوتونی فرابنفش تابش کند، این فوتون ممکن است به رشتهٔ لیمان $(n'=1)$ یا رشتهٔ بالمر $(n'=2)$ تعلق داشته باشد.

ب: اگر اتم هیدروژن فوتونی مرئی تابش کند، این فوتون قطعاً مربوط به رشتهٔ بالمر $(n'=2)$ است.

نکته۲:

در رابطهٔ $\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)$، با داشتن n'، مقدار n از $n'+1$ (اولین خط طیفی رشتهٔ n') شروع شده و تا بی‌نهایت ادامه پیدا می‌کند. مثلاً اولین خط طیفی رشتهٔ براکت $(n'=4)$، $n=5$ است. یا مثلاً سومین خط طیفی رشتهٔ بالمر $(n'=2)$، $n=5$ است. پس وقتی شمارهٔ یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطهٔ شماره خط طیفی $+\,n'=n$ به‌دست می‌آید.

چهارمین خط طیفی رشتهٔ پاشن $\xrightarrow{n'=3}n=3+4=7$

اولین خط طیفی رشتهٔ پفوند $\xrightarrow{n'=5}n=5+1=6$

گام اول:

طبق نکات مطرح‌شده در این سؤال، در اتم هیدروژن، وقتی شمارهٔ یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطهٔ شماره خط طیفی $+\,n'=n$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

سومین خط طیفی در رشته لیمان $(n'=1)\xrightarrow[\text{شماره خط طیفی}=3]{n'=1}n=1+3=4$

پس سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=1)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n=4$ به مدار $n'=1$ است.

حال، با توجه به رابطهٔ ریدبرگ، طول‌موج سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=1)$، که آن را با λ_1 نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\xrightarrow[n'=1\,,\,n=4]{R=\frac{1}{100}(nm)^{-1}}\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{(1)^2}-\frac{1}{(4)^2}\right)$$

$$\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{1}-\frac{1}{16}\right)\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}\left(\frac{16-1}{1\times16}\right)$$

$$\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}\left(\frac{15}{16}\right)\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\left(\frac{1\times15}{100\times16}\right)\rightarrow\frac{1}{\lambda}=\left(\frac{15}{1600}\right)$$

$$\rightarrow\lambda=\frac{1600}{15}=\frac{320}{3}\,nm$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

گام دوم:

دومین خط طیفی رشتهٔ بالمر برابر است با:

$$(n'=۲) \text{ دومین خط طیفی در رشته بالمر} \xrightarrow[\text{۲=شماره خط طیفی}]{n'=۲} n = ۲+۲ = ۴$$

پس دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n=۴$ به مدار $n'=۲$ است.

حال، با توجه به رابطهٔ ریدبرگ، طول‌موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، که آن را با $\lambda_۲$ نشان می‌دهیم، محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow[n'=۲\ ,\ n=۴]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{(۲)^۲} - \frac{۱}{(۴)^۲}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۴-۱}{۱۶}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۳}{۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۱\times۳}{۱۰۰\times۱۶}\right) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \left(\frac{۳}{۱۶۰۰}\right)$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{۱۶۰۰}{۳}\,nm$$

گام سوم:

طول موج سومین خط طیفی در رشتهٔ لیمان $(n'=۱)$، یعنی $\lambda_۱$ را از طول موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، یعنی $\lambda_۲$ کم می‌کنیم:

$$\Delta\lambda = \lambda_۲ - \lambda_۱ \xrightarrow[\lambda_۱=\frac{۳۲۰}{۳}nm]{\lambda_۲=\frac{۱۶۰۰}{۳}nm} \Delta\lambda = \frac{۱۶۰۰}{۳} - \frac{۳۲۰}{۳} = \frac{۱۲۸۰}{۳}\,nm$$

پس طول موج سومین خط طیفی در رشت لیمان $(n'=۱)$، یعنی $\lambda_۱$، $\frac{۱۲۸۰}{۳}nm$ از طول موج دومین خط طیفی در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$، یعنی $\lambda_۲$، کوتاه‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۴۶ **اگر کوتاه‌ترین طول موج در یک رشته از اتم هیدروژن، ۹۰۰nm باشد، اختلاف بسامد اولین و سومین خط طیفی در این رشته از اتم هیدروژن، چند هرتز است؟** $\left(R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\ ,\ c=۳\times۱۰^۸\,\frac{m}{s}\right)$

۱) $\frac{۱}{۱۹۲}\times۱۰^{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۹۶}\times۱۰^{۱۵}$ ۳) $\frac{۱}{۱۹۲}\times۱۰^{۱۵}$ ۴) $\frac{۱}{۹۶}\times۱۰^{۱۶}$

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

نکته۱:

۱ـ اگر بیشترین بسامد یا انرژی مربوط به یک رشتهٔ اتم هیدروژن (مثلاً رشتهٔ لیمان) را از ما خواستند، الکترون باید از مدار $n=\infty$ به مدار مقصد برود.

رشتهٔ لیمان: $n'=۱\ ,\ n=\infty$

رشتهٔ بالمر: $n'=۲\ ,\ n=\infty$

رشتهٔ پاشن: $n'=۳\ ,\ n=\infty$

رشتهٔ براکت: $n'=۴\ ,\ n=\infty$

رشتهٔ پفوند: $n'=۵\ ,\ n=\infty$

دقت کنید که بیشترین بسامد یا انرژی، هم‌معنی کوتاه‌ترین طول‌موج است.

۲ـ اگر کمترین بسامد یا انرژی مربوط به یک رشتهٔ اتم هیدروژن (مثلاً رشتهٔ لیمان) را از ما خواستند، الکترون باید از نزدیک‌ترین مدار به مدار مقصد برود.

رشتهٔ لیمان: $n'=۱\ ,\ n=۲$

رشتهٔ بالمر: $n'=۲\ ,\ n=۳$

رشتهٔ پاشن: $n'=۳\ ,\ n=۴$

رشتهٔ براکت: $n'=۴\ ,\ n=۵$

رشتهٔ پفوند: $n'=۵\ ,\ n=۶$

دقت کنید که کمترین بسامد یا انرژی، هم‌معنی بلندترین طول‌موج است.

۳ـ اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته از اتم هیدروژن را، گسترهٔ طول موج‌های آن رشته می‌گویند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰:

در اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n'=2)$، بلندترین طول موج گسیل‌شده، چند نانومتر بیشتر از کوتاه‌ترین طول موج گسیل‌شده در این رشته است؟ $(R=0/01(nm)^{-1})$

۱) ۲۴۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ: گزینه ۲

بلندترین طول موج برای انتقال از $n=3$ به $n'=2$ است و کوتاه‌ترین طول موج برای انتقال از $n=\infty$ و $n'=2$ می‌باشد:

$$\frac{1}{\lambda_{max}}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)\rightarrow\lambda_{max}=\frac{3600}{5}=720nm$$

$$\frac{1}{\lambda_{min}}=\frac{1}{100}\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)\rightarrow\lambda_{min}=400nm$$

$$\lambda_{max}-\lambda_{min}=320nm$$

نکته ۲:

۱ـ در اتم هیدروژن، هنگامی که الکترون از مدار برانگیختهٔ n به مدار n' می‌آید و $n'<n$ است، فوتونی تابش می‌کند که طول‌موج آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

$$R\simeq 0/01(nm)^{-1}$$

۲ـ با ضرب کردن دو طرف رابطهٔ فوق در سرعت نور (c)، بسامد فوتون تابش‌شده به‌دست می‌آید.

$$\frac{c}{\lambda}=Rc\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}}f=Rc\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

دقت کنید که در رابطهٔ بالا برای محاسبهٔ بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید R بر حسب m^{-1} جای‌گذاری شود.

$$R=0/01(nm)^{-1}=0/01\times10^9m^{-1}=10^7m^{-1}$$

۳ـ فرض کنید در اتم هیدروژن، الکترون یک بار از مدار n_1 به مدار n' می‌رود و فوتونی با بسامد f_1 تابش می‌کند و بار دوم از مدار n_2 به مدار n' می‌رود و فوتونی با بسامد f_2 تابش می‌کند. اختلاف این دو بسامد برابر است با:

$$\begin{cases}f_1=Rc\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n_1^2}\right)\\ f_2=Rc\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)\end{cases}\rightarrow\Delta f=f_2-f_1=Rc\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)$$

دقت کنید که در رابطهٔ بالا نیز برای محاسبهٔ اختلاف بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید R بر حسب m^{-1} جای‌گذاری شود.

کنکور سراسری تجربی دی ۱۴۰۱:

اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین $\frac{35}{24}\times10^{14}Hz$ است. این رشته کدام است؟ $\left(R=\frac{1}{100}(nm)^{-1}\ ,\ c=3\times10^8\frac{m}{s}\right)$

۱) براکت $(n'=4)$ ۲) لیمان $(n'=1)$

۳) پاشن $(n'=3)$ ۴) بالمر $(n'=2)$

پاسخ: گزینه ۴

فرض کنیم شمارهٔ رشتهٔ مورد نظر، n' باشد، پس برای اولین خط طیف $n=n'+1$ و برای دومین خط طیف، $n=n'+2$ است.

پس اولین خط طیف در این رشته، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_1=n'+1$ به مدار n' است و دومین خط طیف در این رشته، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_2=n'+2$ به مدار n' است.

با استفاده از نکتهٔ بالا می‌توان نوشت:

$$\text{اختلاف بسامدها}:\ \Delta f=Rc\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)\rightarrow\frac{35}{24}\times10^{14}=\underbrace{\frac{1}{100}\times10^9}_{R\text{ بر حسب }m^{-1}}\times3\times10^8\left(\frac{1}{(n'+1)^2}-\frac{1}{(n'+2)^2}\right)$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

$$\rightarrow \frac{۷}{۱۴۴}=\frac{۱}{(n'+۱)^۲}-\frac{۱}{(n'+۲)^۲} \xrightarrow{\frac{۷}{۱۴۴}=\frac{۷}{۹\times۱۶}=\frac{۱۶-۹}{۹\times۱۶}=\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}}$$

$$\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}=\frac{۱}{(n'+۱)^۲}-\frac{۱}{(n'+۲)^۲} \rightarrow \frac{۱}{(۲+۱)^۲}-\frac{۱}{(۲+۲)^۲}=\frac{۱}{(n'+۱)^۲}-\frac{۱}{(n'+۲)^۲}$$

$\rightarrow n'=۲ \rightarrow$ رشتهٔ مورد نظر، رشتهٔ بالمر است.

گام اول:

طبق نکات مطرح‌شده در این سؤال، کوتاه‌ترین طول موج (λ_{min}) در یک رشته از اتم هیدورژن، زمانی اتفاق می‌افتد که، الکترون از مدار $n=\infty$ به مدار مقصد برود. به دلیل اینکه، شمارهٔ رشتهٔ مورد نظر یا همان شمارهٔ مدار مقصد (یعنی همان مقدار n') را نداریم، با استفاده از معادلهٔ ریدبرگ، شمارهٔ رشته مورد نظر یا همان شمارهٔ مدار مقصد (یعنی مقدار n') را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow[\lambda=\lambda_{min}=۹۰۰nm\ ,\ n=\infty]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}} \frac{۱}{۹۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{\infty^۲}\right)$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۹۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^۲}\right) \rightarrow \frac{۱}{n'^۲}=\frac{\frac{۱}{۹۰۰}}{\frac{۱}{۱۰۰}} \rightarrow \frac{۱}{n'^۲}=\frac{۱۰۰}{۹۰۰} \rightarrow \frac{۱}{n'^۲}=\frac{۱}{۹} \rightarrow n'^۲=۹ \rightarrow n'=۳$$

پس رشتهٔ مورد نظر، رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ است.

گام دوم:

طبق نکات مطرح‌شده در سؤال قبل دیدیم، در اتم هیدروژن، وقتی شماره یک خط طیفی از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطهٔ $n=n'+$شماره خط طیفی به‌دست می‌آید، پس داریم:

اولین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳) \xrightarrow[\text{شمارهٔ خط طیفی}=۱]{n'=۳} n_۱=۳+۱=۴$

سومین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳) \xrightarrow[\text{شمارهٔ خط طیفی}=۳]{n'=۳} n_۲=۳+۳=۶$

پس اولین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_۱=۴$ به مدار $n'=۳$ است و سومین خط طیفی در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$، مربوط به گذار الکترون از مدار $n_۲=۶$ به مدار $n'=۳$ است.

با استفاده از نکتهٔ ۲ مطرح‌شده در این سؤال، اختلاف بسامد (Δf) اولین و سومین خط طیفی در رشته پاشن $(n'=۳)$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{اختلاف بسامدها}: \Delta f=Rc\left(\frac{۱}{n_۱^۲}-\frac{۱}{n_۲^۲}\right) \xrightarrow[n_۱=۴\ ,\ n_۲=۶]{R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}=۱۰^۷m^{-۱}\ ,\ c=۳\times۱۰^۸\frac{m}{s}}$$

$$\Delta f=۱۰^۷\times۳\times۱۰^۸\left(\frac{۱}{(۴)^۲}-\frac{۱}{(۶)^۲}\right) \rightarrow \Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۳۶}\right)$$

$$\rightarrow \Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۳۶-۱۶}{۱۶\times۳۶}\right) \rightarrow \Delta f=۳\times۱۰^{۱۵}\left(\frac{۲۰}{۵۷۶}\right)$$

$$\rightarrow \Delta f=\frac{۱}{۹۶}\times۱۰^{۱۶}Hz$$

گروه آموزشی ماز

۴۷ در اتم هیدورژن، الکترون در تراز $n=۶$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر تعداد فوتون‌های گسیلی با انرژی‌های متفاوت را با **A** و تعداد فوتون‌های گسیلی با انرژی‌های متفاوت که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند را با **B** نشان دهیم، $A-B$ کدام است؟

۱) ۹ ۲) ۸ ۳) ۷ ۴) ۶

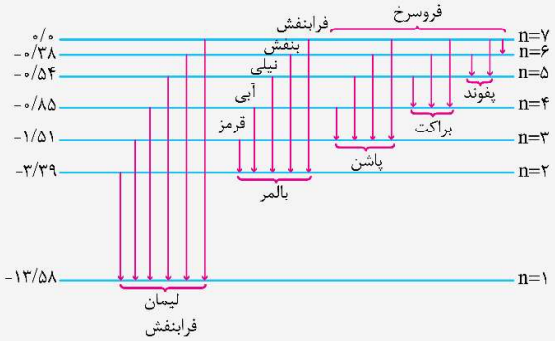
www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۲۰۴)

نکته ۱:

با توجه به شکل زیر در گذارهای الکترون در مدل اتمی بور برای اتم هیدروژن داریم:



نکته ۲:

اگر الکترون در تراز n اُم اتم هیدروژن باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، تعداد فوتون‌هایی که با انرژی‌های متفاوت می‌تواند گسیل کند از رابطهٔ $\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}$ به‌دست می‌آید.

کنکور سراسری ریاضی ۸۶:

در اتم هیدروژن، الکترون در تراز $n=۴$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت ممکن است گسیل شود؟

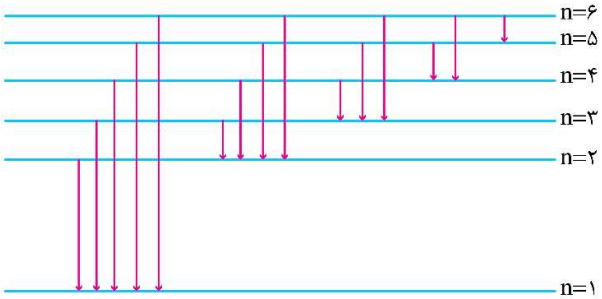
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

پاسخ: گزینهٔ ۳

با توجه به رابطهٔ $\frac{n(n-۱)}{۲}$ تعداد فوتون‌ها با انرژی‌های متفاوت را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۴(۳)}{۲}=۶$$

گام اول:



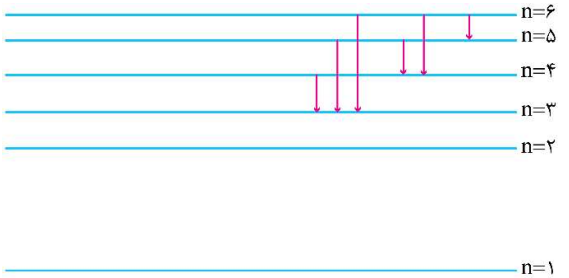
در گذارهایی که در شکل مقابل نشان داده‌شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۱۵ تا است. پس مقدار A، ۱۵ خواهد شد. $(A=۱۵)$

البته تعداد فوتون‌های گسیل‌شده با انرژی‌های متفاوت را (A)، می‌توانستیم از رابطهٔ $\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}$ نیز به‌دست بیاوریم، ببینید:

$$A=\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}\xrightarrow{n=۶}A=\binom{۶}{۲}=\frac{۶(۶-۱)}{۲}=\frac{۶(۵)}{۲}=۱۵$$

گام دوم:

در گذارهایی که در شکل زیر نشان داده شده است، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند. طبق شکل، تعداد این فوتون‌ها ۶ تا است، پس مقدار B، ۶ خواهد شد. $(B=۶)$



www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

دقت کنید که در تمام گذارهای مربوط به رشته‌های پاشن $(n'=3)$، براکت $(n'=4)$ و پفوند $(n'=5)$، فوتون‌هایی با انرژی‌های متفاوت گسیل می‌شود که در محدودهٔ فروسرخ قرار دارند.

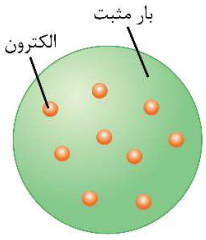
گام سوم:

$$A-B \xrightarrow[B=6]{A=15} 15-6=9$$

گروه آموزشی ماز

۴۸ **به ترتیب از راست به چپ، شکل زیر نشان‌دهندهٔ مدل اتمی ..... است و یکی از نارسایی‌های این مدل اتمی این بود که .....**

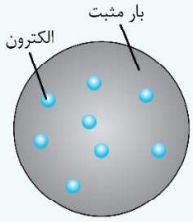
۱) تامسون ـ بسامدهای تابش گسیل‌شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود.
۲) تامسون ـ بار الکتریکی اتم خنثی نبود.
۳) رادرفورد ـ بار الکتریکی اتم خنثی نبود.
۴) رادرفورد ـ بسامدهای تابش گسیل‌شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود.



پاسخ: گزینه ۱ (آسان ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

مدل اتمی تامسون

تامسون اولین شخصی بود که موفق به کشف الکترون و اندازه‌گیری نسبت بار به جرم آن $\frac{e}{m}$ شد. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی کیک کشمشی هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

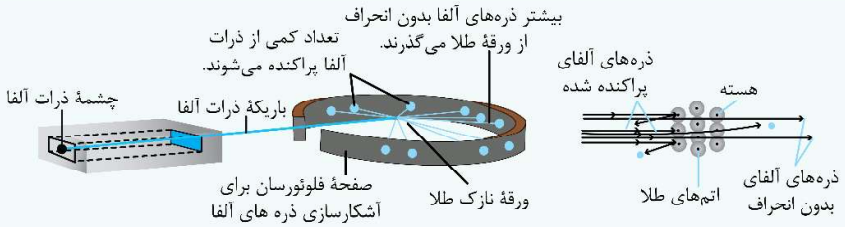


نارسایی مدل تامسون:

در مدل تامسون، الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند و این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود، یکی از ناکامی‌های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش‌شده از اتم که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود. نارسایی دیگر مدل تامسون این بود که نمی‌توانست نتایج حاصل از آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد را توجیه کند.

مدل اتمی رادرفورد:

رادرفورد برای بررسی مدل اتمی تامسون آزمایشی را انجام داد. در این آزمایش، باریکه‌ای از ذرات آلفا (هسته اتم هلیم) به سطح ورقهٔ بسیار نازکی از طلا تابانده می‌شود. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید تعداد زیادی از ذره‌ها بدون انحراف و یا با انحراف کم از ورقهٔ طلا عبور می‌کنند و در برخورد با صفحهٔ فلوئورسان، در پشت ورقهٔ نازک طلا جرقه‌های نورانی تولید می‌کنند. اما برخی از ذره‌های آلفا در هنگام خروج از ورقهٔ طلا در زاویه‌های بزرگ منحرف و پراکنده می‌شوند و حتی تعدادی از آن‌ها به عقب برمی‌گردند. رادرفورد از این آزمایش نتیجه گرفت که اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک ($\simeq 10^{-15}\,m$ شعاع) با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است. مدل اتمی را در فورد را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند.



نارسایی مدل رادرفورد:

۱ـ عدم توجیه پایداری اتم: اگر الکترون نسبت به هسته ساکن باشد، باید تحت اثر نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته و الکترون، روی هسته سقوط کند و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد که با واقعیت مطابقت ندارد و اگر الکترون مانند سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی که به دور خورشید می‌چرخند، به دور هسته بچرخد باز هم حرکت الکترون ناپایدار خواهد بود. زیرا در این حالت حرکت الکترون شتابدار است و بنابر فیزیک کلاسیک، حرکت شتابدار الکترون باعث تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش امواج الکترومغناطیسی، انرژی الکترون به تدریج کاهش یافته و شعاع چرخش آن نیز به تدریج کم شده و باز هم الکترون بر روی هسته سقوط می‌کند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۲ـ عدم توجیه طیف گسستهٔ اتم: همان‌طور که گفتیم طبق مدل رادرفورد اگر الکترون به صورت شتابدار به دور هسته بچرخد، امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند، با کاهش انرژی الکترون، شعاع چرخش آن به تدریج کمتر شده و بسامد امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده به تدریج افزایش می‌یابد و به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده، پیوسته باشد که با واقعیت ناسازگار است. به شکل زیر دقت کنید:

پاسخ تشریحی:

شکل صورت سؤال، نشان‌دهندهٔ مدل اتمی تامسون است. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی مدل کیک کشمشی هم می‌گویند، زیرا الکترون‌ها مانند دانه‌های کشمش در آن پخش شده‌اند.

در مدل اتمی تامسون، وقتی الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند، این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. یکی از ناکامی‌های (نارسایی‌های) مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل‌شده از اتم، که این مدل پیش‌بینی می‌کرد، با نتایج تجربی سازگار نبود.

گروه آموزشی ماز

۴۹ **در اتم هیدروژن، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته قرار دارد. اگر در طی انتقال این الکترون، فوتونی با کمترین انرژی تابش شود، به ترتیب از راست به چپ، شعاع مدار حرکت الکترون چند برابر می‌شود و بسامد فوتون تابش‌شده، چند هرتز است؟** $(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s \;,\; E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) $\frac{۹}{۱۶}$ ، $۷/۶۵\times۱۰^{۱۳}$

۲) $\frac{۱۶}{۲۵}$ ، $۱/۶۵\times۱۰^{۱۴}$

۳) $\frac{۱۶}{۲۵}$ ، $۷/۶۵\times۱۰^{۱۳}$

۴) $\frac{۹}{۱۶}$ ، $۱/۶۵\times۱۰^{۱۴}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

مدل بور

بور مدل اتمی خود را بر مبنای سه اصل زیر مطرح کرد:

اصل ۱: مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسستهٔ معینی مجاز هستند. طبق مدل بور، شعاع مدارها در اتم هیدروژن به کمک رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

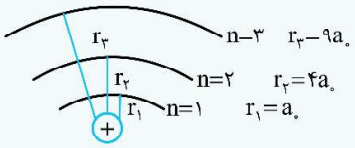
$$r_n = n^۲ a_۰$$

r_n ← شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن

$a_۰$ ← شعاع کوچک‌ترین مدار در اتم هیدروژن (به ازای $n = ۱$) که به آن شعاع بور نیز می‌گویند. $(a_۰ = ۵/۲۹\times۱۰^{-۱۱}\,m)$

n ← شمارهٔ مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

نکته: با توجه به مدل بور، شعاع لایه‌های مختلف اتم هیدروژن به‌صورت شکل زیر است، همان‌طور که می‌بینید با افزایش n فاصلهٔ شعاع لایه‌ها افزایش می‌یابد.



نکته: طبق مدل بور، انرژی الکترون در مدارهای اتم هیدروژن به کمک رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$$

E_n ← انرژی الکترون در هر لایه از اتم هیدروژن

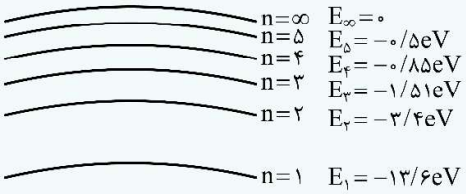
E_R ← انرژی الکترون در اولین مدار اتم هیدروژن (انرژی الکترون در $n = ۱$ برابر $E_۱ = -۱۳/۶eV$ است که اندازه آن را معمولاً یک ریدبرگ می‌نامند و با نماد E_R نشان می‌دهند $(E_R = ۱۳/۶eV)$

n ← شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

نکته: با توجه به مدل بور انرژی الکترون در لایه‌های مختلف اتم هیدروژن به‌صورت شکل زیر است. همان‌طور که می‌بینید با افزایش n فاصلهٔ انرژی لایه‌ها کاهش می‌یابد.

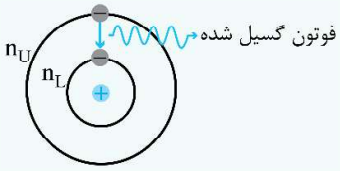


نکته: توصیه می‌کنیم برای سرعت در پاسخ‌گویی به سؤالات این قسمت، انرژی الکترون در پنج لایهٔ اول را به خاطر بسپارید.

اصل ۲: وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود. از این رو گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

اصل ۳: الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L ، یک فوتون تابش می‌شود. در این صورت انرژی فوتون تابش‌شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است و داریم:

$$E_U - E_L = hf$$ (معادلهٔ گسیل فوتون از اتم)



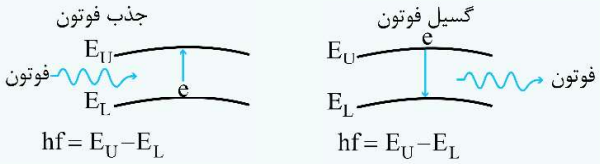
E_U ← انرژی الکترون در لایهٔ بالاتر

E_L ← انرژی الکترون در لایهٔ پایین‌تر

hf ← انرژی فوتون گسیل‌شده

هنگامی که الکترون در پایین‌ترین تراز انرژی $(n=1)$ قرار گرفته است، در اصطلاح می‌گویند الکترون در حالت پایه قرار دارد و هنگامی که الکترون در ترازهای انرژی بالاتر $(n=2,3,...)$ قرار می‌گیرد، در اصطلاح می‌گویند الکترون برانگیخته شده است.

هنگامی که الکترون از یک لایه با انرژی بیشتر (E_U) به لایه‌ای با انرژی کمتر (E_L) منتقل می‌شود، فوتون گسیل می‌کند و برای این‌که الکترون از لایه‌ای با انرژی کمتر (E_L) به لایه‌ای با انرژی بیشتر (E_U) منتقل شود باید فوتون جذب کند. به عبارت دیگر داریم:



در اتم هیدروژن انرژی مورد نیاز برای انتقال الکترون از حالت پایه $(n=1)$ به بالاترین حالت برانگیخته $(n=\infty)$ برابر $۱۳/۶eV$ است. صرف این مقدار انرژی باعث جدا شدن الکترون از اتم می‌شود و یون مثبت هیدروژن (H^+) تشکیل می‌شود. این کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده می‌شود. برای به دست آوردن انرژی یونش الکترون‌هایی که در لایه‌های مختلف اتم هیدروژن قرار می‌گیرند می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

$$\begin{cases} E_n = \dfrac{-E_R}{n^2} \\ E_\infty = 0 \end{cases} \rightarrow \Delta E = E_\infty - E_n = \frac{E_R}{n^2}$$

نکته: مقدار پیش‌بینی شده توسط مدل بور برای انرژی یونش اتم هیدروژن، توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰:

الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای اینکه الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟

$$(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C\ ,\ E_R = ۱۳/۶eV)$$

۱) $۱/۶۳۲\times۱۰^{-۱۸}$ ۲) $۳/۱۷۶\times۱۰^{-۱۸}$

۳) $۴/۷۲\times۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۵/۴۴\times۱۰^{-۱۹}$

پاسخ: گزینه ۱

اولین حالت برانگیخته همان لایه $n=2$ می‌باشد، بنابراین:

$$\Delta E = -E_R\left(\frac{۱}{n'^2} - \frac{۱}{n^2}\right) = -۱۳/۶\left(\frac{۱}{۲^2} - \frac{۱}{۱^2}\right)$$

$$\rightarrow \Delta E = -۱۳/۶\times -\frac{۳}{۴} = ۱۰/۲eV\times ۱/۶\times۱۰^{-۱۹} = ۱۶/۳۲\times۱۰^{-۱۹}J = ۱/۶۳۲\times۱۰^{-۱۸}J$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

گام اول:

در اتم هیدروژن، اولین حالت برانگیخته، مدار $n=2$ است. در این سؤال، الکترون در چهارمین حالت برانگیخته قرار دارد. منظور از چهارمین حالت برانگیخته، مدار $n=5$ است. حال برای اینکه فوتونی با کمترین انرژی تابش شود، الکترون باید به مدار $n=4$ منتقل شود.

گام دوم:

می‌دانیم شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه $r_n = n^2 a_0$ به دست می‌آید، حال شعاع مدارهای $n=4$ و $n=5$ را به دست می‌آوریم و سپس شعاع مدار $n=4$ را تقسیم بر شعاع مدار $n=5$ می‌کنیم، تا ببینیم شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار $n=5$ به مدار $n=4$ چند برابر شده است:

$$r_n = n^2 a_0 \xrightarrow{n=4} r_4 = (4)^2 a_0 \rightarrow r_4 = 16a_0$$
$$r_n = n^2 a_0 \xrightarrow{n=5} r_5 = (5)^2 a_0 \rightarrow r_5 = 25a_0$$
$$\rightarrow \frac{r_4}{r_5} = \frac{16a_0}{25a_0} \rightarrow \frac{r_4}{r_5} = \frac{16}{25}$$

پس شعاع مدار حرکت الکترون در طی انتقال الکترون از مدار $n=5$ به مدار $n=4$، $\frac{16}{25}$ برابر شده است.

گام سوم:

در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در مدارهای $n=4$ و $n=5$، برابر است با: (البته ممکن است بعضی‌ها، انرژی الکترون در مدارهای اتمی هیدروژن را حفظ باشند.)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \xrightarrow[n=4]{E_R=13/6eV} E_4 = \frac{-13/6}{(4)^2} = \frac{-13/6}{16} = -0/85eV$$
$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \xrightarrow[n=5]{E_R=13/6eV} E_5 = \frac{-13/6}{(5)^2} = \frac{-13/6}{25} = -0/544eV$$

الکترون از مدار $n=5$ به مدار $n=4$ رفته است، در این صورت، انرژی فوتون تابش‌شده برابر اختلاف انرژی مدار $n=4$ و مدار $n=5$ است. پس با استفاده از رابطهٔ (معادله گسیل فوتون از اتم) $E_U - E_L = hf$، که در آن، E_U، انرژی الکترون در مدار $n=5$ $(E_U = E_5)$ و E_L، انرژی الکترون در مدار $n=4$ است $(E_L = E_4)$، بسامد فوتون تابش‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow[E_L=E_4]{E_U=E_5} E_5 - E_4 = hf \xrightarrow[h=4\times10^{-15}eV.s]{E_5=-0/544eV\ ,\ E_4=-0/85eV}$$
$$-0/544 - (-0/85) = 4\times10^{-15} \times f$$
$$\rightarrow -0/544 + 0/85 = 4\times10^{-15} \times f \rightarrow 0/306 = 4\times10^{-15} \times f$$
$$\rightarrow f = \frac{0/306}{4\times10^{-15}} = 7/65\times10^{13} Hz$$

www.biomaze.ir

۵۰ در اتم هیدروژن، الکترونی در حالت پایه قرار دارد. چه تعداد از فوتون‌های جدول زیر توسط این الکترون در حالت پایه می‌توانند جذب شوند؟ $(E_R = 13/6eV\ ,\ h = 4\times10^{-15}eV.s)$

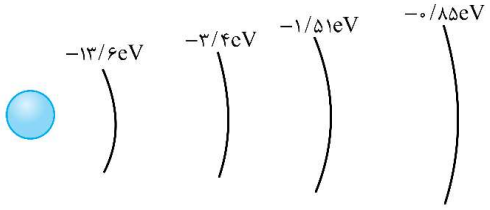
A	فوتون نور مرئی قرمز
B	فوتون موج فروسرخ
C	فوتون با بسامد $3187/5THz$
D	فوتون فرابنفش با انرژی $10/2eV$

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

برای آن‌که الکترون بتواند فوتون را جذب کند، انرژی فوتون باید برابر اختلاف انرژی الکترون در تراز پایه با ترازهای بالایی باشد. شکل زیر ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.



t.me/Azmoonha_Azmayeshi

همان‌طور که می‌بینید، اختلاف انرژی ترازهای اول و دوم برابر $۱۰/۲eV$ است، پس فوتون D می‌تواند جذب شود. از طرفی کمترین انرژی مورد نیاز برابر $۱۰/۲eV$ است که در محدودهٔ فرابنفش قرار دارد، پس فوتون‌های مرئی و فروسرخ به اندازهٔ کافی بزرگ نیستند تا الکترون بتواند آن‌ها را جذب کند و به مدار دوم برود، بنابراین فوتون‌های A و B جذب نمی‌شوند.

برای بررسی فوتون C، کافی است انرژی آن را محاسبه کنیم.

$$E_C = hf = ۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳۱۸۷/۵\times۱۰^{۱۲} = ۱۲/۷۵eV$$

این انرژی برابر اختلاف انرژی تراز اول و چهارم است، بنابراین فوتون C نیز می‌تواند جذب شود.

گروه آموزشی ماز

۵۱ **کدام‌یک از گزینه‌های زیر، در ارتباط با موفقیت‌ها و نارسایی‌های مدل اتمی بور درست است؟**

۱) مدل اتمی بور در محاسبهٔ انرژی یونش همه اتم‌ها با موفقیت همراه است.

۲) مدل اتمی بور نمی‌تواند چگونگی ایجاد طیف‌های گسیلی و جذبی هیدروژن اتمی را توصیف کند.

۳) مدل اتمی بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی هیدروژن اتمی متفاوت است.

۴) مدل اتمی بور در تبیین پایداری اتم، با موفقیت همراه نیست.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

موفقیت‌های مدل بور

۱ـ توضیح چگونگی حرکت الکترون‌ها در اتم

۲ـ توضیح پایداری اتم و توضیح چگونگی ایجاد طیف‌های گسیلی و جذبی اتم هیدروژن

۳ـ محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن که توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

۴ـ مدل اتمی بور علاوه بر هیدروژن برای اتم‌هایی که تنها یک الکترون دارند نیز صادق است، مانند $Li^{۲+}$. به این اتم‌ها در اصطلاح اتم‌های هیدروژن‌گونه می‌گویند.

نارسایی‌های مدل بور:

۱ـ مدل بور برای اتم‌هایی با بیش از یک الکترون کاربرد ندارد.

۲ـ مدل بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

کنکور سراسری ریاضی ۱۴۰۰:

کدام‌یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن‌گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟

۱) تبیین پایداری اتم ۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم

۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم ۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به توضیحات بالا، گزینهٔ ۴ صحیح است.

بررسی گزینه‌ها:

۱ـ مدل اتمی بور فقط در محاسبه انرژی یونش اتم‌های هیدرژون‌گونه با موفقیت همراه است. (✗)

۲ـ مدل اتمی بور می‌تواند چگونگی ایجاد طیف‌های گسیلی و جذبی هیدروژن اتمی را توصیف کند. (✗)

۳ـ مدل اتمی بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل اتمی بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی متفاوت است. (✓)

۴ـ مدل اتمی بور در تبیین پایداری اتم، با موفقیت همراه است. (✗)

گروه آموزشی ماز

۵۲ **در اتم هیدروژن، اگر الکترون از مداری که شعاع آن $۱۶a_۰$ است به مداری با شعاع $۴a_۰$ برود، فوتونی با بسامد f تابش می‌کند و اگر الکترون از مداری با شعاع $۲۵a_۰$ به مداری با شعاع $۹a_۰$ برود، فوتونی با بسامد f' تابش می‌کند. نسبت $\frac{f'}{f}$ کدام است؟ ($a_۰$ شعاع بور است.)**

۱) $\frac{۲۵۶}{۶۷۵}$ ۲) $\frac{۱۶}{۲۵}$ ۳) $\frac{۲۵۶}{۵۲۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۷}$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

پاسخ تشریحی:

با توجه به رابطهٔ $r_n = n^2 a$، در حالت اول، الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n = 2$ رفته و در حالت دوم از مدار $n = 5$ به $n = 3$ رفته است. انرژی فوتون تابش‌شده در هر حالت برابر است با:

$$\begin{cases} n = 3 \rightarrow E_3 = \frac{-E_R}{3^2} = \frac{-E_R}{9} \\ n = 5 \rightarrow E_5 = \frac{-E_R}{5^2} = \frac{-E_R}{25} \end{cases} \rightarrow hf' = E_R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

$$\begin{cases} n = 2 \rightarrow E_2 = \frac{-E_R}{2^2} = \frac{-E_R}{4} \\ n = 4 \rightarrow E_4 = \frac{-E_R}{4^2} = \frac{-E_R}{16} \end{cases} \rightarrow hf = E_R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) \quad \text{رابطهٔ (۲)}$$

با تقسیم رابطهٔ (۱) بر رابطهٔ (۲) داریم:

$$\frac{f'}{f} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{1}{25}}{\frac{1}{4} - \frac{1}{16}} = \frac{\frac{16}{225}}{\frac{3}{16}} = \frac{256}{675}$$

گروه آموزشی ماز

۵۳ **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) در گسیل القایی، یک چشمهٔ انرژی خارجی باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند.

۲) در گسیل القایی، فوتون گسیل‌شده در جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.

۳) مدت زمانی که الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار باقی می‌مانند، کوتاه‌تر از مدت زمانی است که الکترون‌ها در حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

۴) وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

درسنامه

لیزر یکی از مهم‌ترین اختراعات قرن بیستم است، که کاربردهای زیادی در صنعت و پزشکی دارد. از جمله مهم‌ترین این کاربردها عبارتند از:

۱ـ استفاده در چاپگرها (پرینتر لیزری) در کپی اطلاعات روی CD و DVD و خواندن اطلاعات

۲ـ شبکه‌های کابل نوری

۳ـ اندازه‌گیری دقیق طول

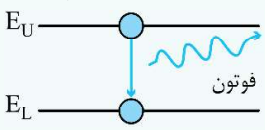
۴ـ در جوشکاری و برش‌کاری فلزات

۵ـ در پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندان‌پزشکی

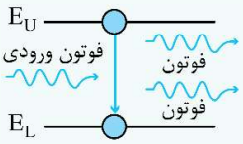
چگونگی ایجاد لیزر

همان‌طور که می‌دانید هنگامی که الکترون از تراز انرژی بالاتر (E_U) به تراز انرژی پایین‌تر (E_L) می‌آید، فوتون گسیل می‌کند. به طور کلی انتقال الکترون به دو صورت می‌تواند باعث گسیل فوتون شود:

الف: گسیل خودبه‌خودی: هنگامی که الکترون به‌صورت خودبه‌خودی از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر می‌آید، گسیل خودبه‌خودی صورت می‌گیرد. در گسیل خودبه‌خودی، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.



ب: گسیل القایی: اگر به الکترونی که در حالت برانگیخته قرار دارد، فوتونی با انرژی مناسب بتابد، الکترون تحریک شده و به مدار انرژی پایین‌تر می‌رود و فوتونی گسیل می‌کند که به آن گسیل القایی می‌گویند. برای روی دادن گسیل القایی باید انرژی فوتون ورودی دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد.



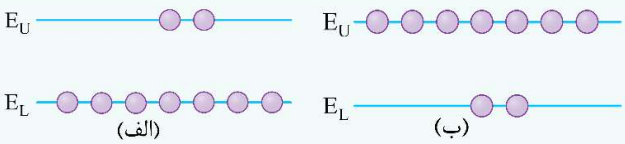
در گسیل القایی سه ویژگی اصلی وجود دارد:

۱ـ یک فوتون جذب و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب تعداد فوتون‌ها افزایش یافته و نور تقویت می‌شود.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

نکته: در گسیل القایی یک چشمهٔ انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. به شکل‌های زیر دقت کنید.



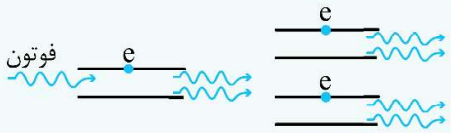
الف: به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

ب: در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

۲ـ فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.

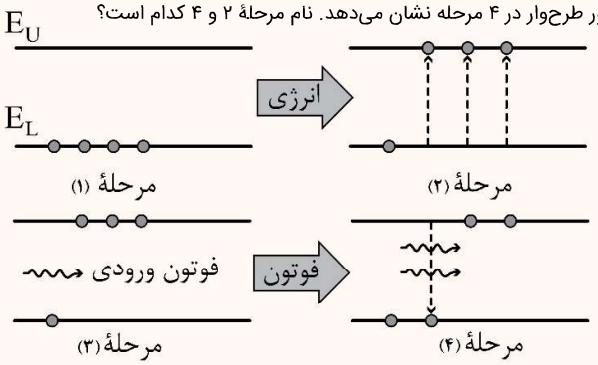
۳ـ فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی هم‌گام یا هم‌فاز است.

اساس کار لیزرها گسیل القایی است. فرض کنید مطابق شکل زیر، به یک اتم برانگیخته فوتونی با انرژی مناسب بتابانیم، همان‌طور که گفتیم در این فرایند دو فوتون مشابه به وجود می‌آید. حال اگر هر یک از این فوتون‌ها به دو اتم برانگیختهٔ دیگر بتابند، ۴ فوتون مشابه ایجاد می‌شود و اگر این فرایند ادامه پیدا کند، مجموعه‌ای از فوتون‌هایی هم‌بسامد، هم‌فاز و هم‌جهت به وجود می‌آیند که باریکهٔ لیزر را تشکیل می‌دهند.



کنکور سراسری تجربی ۱۴۰۲:

شکل زیر، فرایند ایجاد باریکهٔ لیزری را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. نام مرحلهٔ ۲ و ۴ کدام است؟



۱) وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی
۲) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل القایی
۳) وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود
۴) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خود

پاسخ: گزینه ۱

مرحلهٔ (۲) وارونی جمعیت را نشان می‌دهد که در آن بیشتر الکترون‌ها در حالت برانگیخته قرار دارند.

مرحلهٔ (۴) گسیل القایی را نشان می‌دهد که در آن، تابش یک فوتون ورودی باعث گسیل فوتون جدیدی می‌شود و در نهایت دو فوتون خارج می‌شوند.

بررسی گزینه‌ها:

۱ـ در گسیل القایی، یک چشمهٔ انرژی خارجی باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. (✓)

۲ـ در گسیل القایی، سه ویژگی اصلی وجود دارد، یکی از این ویژگی‌ها، این است که، فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (✓)

۳ـ مدت زمانی که الکترون‌ها در ترازهای شبه پایدار باقی می‌مانند (10^{-3} s)، بسیار طولانی‌تر از مدت زمانی است که الکترون‌ها در حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند (10^{-8} s). (✗)

۴ـ وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. (✓)

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۵۴ چه تعداد از عبارت‌های زیر، درست است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

الف: نوترون بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است.

ب: در هستهٔ ^{103}Rh، اگر عدد نوترونی برابر ۵۸ باشد، بار الکتریکی خالص هسته، $14/8\times10^{-18}C$ است.

ج: ویژگی‌های هستهٔ یک اتم را، فقط تعداد پروتون‌های هسته تعیین می‌کند.

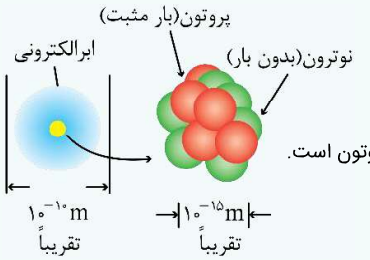
د: ایزوتوپ $^{47}_{22}X$ را با روش شیمیایی، می‌توان از ایزوتوپ $^{49}_{22}X$ جدا کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

ساختار هسته

با ساختار هسته در درس شیمی آشنا شدین، ما اینجا بیشتر از جنبهٔ درس فیزیک بررسیش می‌کنیم ولی خب اگر شیمیتون خوب باشه، حسابی بهتون کمک می‌کنه. یادتان هست که گفتیم در فیزیک هسته‌ای با ساختار، برهم‌کنش‌ها و واپاشی هسته‌های اتمی سروکار داریم. با توجه به شکل زیر، اتم از دو قسمت هسته و ابر الکترونی تشکیل شده است که هستهٔ اتم در مرکز آن واقع شده است. ابعاد اتم تقریباً از مرتبهٔ $10^{-10}m$ ابعاد هستهٔ اتم تقریباً از مرتبهٔ $10^{-15}m$ است. پس شعاع هستهٔ اتم، تقریباً $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است.



با دقت در شکل مقابل می‌توان فهمید که حجم کل هسته بسیار کوچک‌تر از حجم کل اتم است.

نوکلئون: هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند.

نوترون که توسط جیمز چادویک، فیزیک‌دان انگلیسی کشف شد، بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است.

جرم اتم‌ها و همچنین اجزای تشکیل‌دهندهٔ اتم را، افزون بر یکای کیلوگرم با یکای جرم اتمی نیز بیان می‌کنند.

یکای جرم اتمی را با u یا amu نشان می‌دهند که برابر با $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲ است.

برخی از ویژگی‌های فیزیکی ذرات تشکیل‌دهندهٔ اتم:

ذره	بار الکتریکی (C)	جرم	
		کیلوگرم (kg)	یکای جرم اتمی (u)
الکترون	$-1/6\times10^{-19}$	$9/109389\times10^{-31}$	$5/4858\times10^{-4}$
پروتون	$+1/6\times10^{-19}$	$1/672622\times10^{-27}$	۱/۰۰۷۲۷۶
نوترون	۰	$1/674929\times10^{-27}$	۱/۰۰۸۶۶۴

اندکی اختلاف

$$1amu=1/66\times10^{-27}kg$$

تعداد پروتون‌های هسته را عدد اتمی (Z) می‌نامند و در عنصرهای مختلف متفاوت است. در یک اتم خنثی، تعداد پروتون‌های هسته با تعداد الکترون‌های دور هسته برابر است. تعداد نوترون‌های هسته، عدد نوترونی (N) نامیده می‌شود. همچنین مجموع تعداد کل پروتون‌ها و نوترون‌ها را عدد جرمی (A) می‌نامند.

$$\underbrace{A}_{\text{تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی)}}=\underbrace{Z}_{\text{تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)}}+\underbrace{N}_{\text{تعداد نوترون‌ها (عدد نوترونی)}}$$

برای یک عنصر با نماد شیمیایی X، نماد هسته به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\begin{matrix}\text{عدد جرمی}\rightarrow A\\ \text{عدد اتمی}\rightarrow Z\end{matrix}\ {}^{\text{نماد عنصر}\leftarrow}X_{\text{عدد نوترونی}\leftarrow N}$$

ایزوتوپ‌ها: ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن (عدد جرمی (A)) تعیین می‌کند. خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی Z) تعیین می‌کند. به همین سبب هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند خواص شیمیایی یکسانی دارند، در نتیجه این هسته‌ها در جدول تناوبی عناصر هم‌مکان هستند و بنابراین ایزوتوپ (هم‌مکان) نامیده می‌شوند. به طور مثال، کربن به دو صورت پایدار و با درصدهای فراوانی بسیار متفاوتی در طبیعت یافت می‌شود که یکی از ۶ پروتون و ۶ نوترون $(^{12}_{6}C)$، و دیگری از آن‌ها از ۶ پروتون و ۷ نوترون $(^{13}_{6}C)$ تشکیل شده است. این دو هسته، ایزوتوپ‌های کربن هستند. جرم‌های اتمی درج‌شده در جدول تناوبی عناصر، میانگین جرم‌های اتمی ایزوتوپ‌های مختلف هر عنصر است که با توجه به درصد فراوانی آن‌ها حساب شده‌اند. به‌جز هیدروژن، ایزوتوپ‌های مختلف یک هسته را با نام همان هسته مشخص می‌کنند. حواستان باشد که ایزوتوپ‌ها با روش‌های شیمیایی قابل جداسازی نیستند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

ایزوتوپ‌های مختلف چند عنصر و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت

نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت	نام عنصر	نماد	Z	N	درصد فراوانی در طبیعت
هیدروژن ۱	H	۱	۰	۹۹/۹۸۸۵	کربن ۱۳	^{13}C	۶	۷	۱/۰۷
دوتریم (هیدروژن ۲، ^{2}H)	D	۱	۱	۰/۰۱۱۵	کربن ۱۴	^{14}C	۶	۸	یافت نمی‌شود
تریتیم (هیدروژن ۳، ^{3}H)	T	۱	۲	بسیار نادر	اورانیم ۲۳۵	^{235}U	۹۲	۱۴۳	۰/۷۱۶
کربن ۱۲	^{12}C	۶	۶	۹۸/۹۳	اورانیم ۲۳۸	^{238}U	۹۲	۱۴۶	۹۹/۲۸۴

بررسی موارد:

الف: نوترون بدون بار الکتریکی است و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. (✓)

ب:

$$^{103}Rh \rightarrow A=103 \rightarrow Z+N=103 \quad (A)\text{عدد جرمی}\rightarrow$$

عدد نوترونی اتم، که همان تعداد نوترون‌های (N) هستهٔ اتم است، برابر با ۵۸ است، با جایگذاری در رابطهٔ $Z+N=103$، تعداد پروتون‌های (Z) هستهٔ اتم (عدد اتمی) را به دست می‌آوریم:

$$Z+N=103 \xrightarrow{N=58} Z+58=103 \rightarrow Z=103-58=45$$

هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است، نوترون بدون بار الکتریکی است اما پروتون دارای بار الکتریکی است و بار الکتریکی هر پروتون برابر با $+1/6\times10^{-19}C$ است. پس بار الکتریکی خالص هسته از رابطهٔ $q=+Ze$، به‌دست می‌آید:

$$q=+Ze \xrightarrow[e=1/6\times10^{-19}C=16\times10^{-20}C]{Z=45} q=+45\times16\times10^{-20}=\frac{90}{2}\times16\times10^{-20}=720\times10^{-20}=7/2\times10^{-18}C \quad (✗)$$

ج: (✗)

این دو جمله را با هم اشتباه نگیرید:

۱- ویژگی‌های هستهٔ یک اتم را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های اتم (عدد جرمی (A)) تعیین می‌کند.

۲- خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته (عدد اتمی (Z)) تعیین می‌کند.

د: تنها عناصری را می‌توان با روش شیمیایی از یکدیگر جدا کرد که عدد اتمی (Z) متفاوتی از یکدیگر داشته باشند و در واقع خواص شیمیایی‌شان متفاوت از یکدیگر باشد. ایزوتوپ‌ها (مانند $^{47}_{22}X$ و $^{49}_{22}X$) به دلیل اینکه عدد اتمی (Z) برابر دارند، پس خواص شیمیای‌شان یکسان است و نمی‌توان به روش شیمیایی، آن‌ها را از یکدیگر جدا کرد. (✗)

پس ۱ مورد از مطالب داده‌شده، درست است.

گروه آموزشی ماز

۵۵ **کدام گزینه نادرست است؟**

۱) بیشتر جرم یک اتم در هستهٔ آن متمرکز شده است.

۲) نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

۳) جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی بیشتر است.

۴) هسته‌ها در واکنش شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

بررسی گزینه‌ها:

۱ـ بیشتر جرم یک اتم (بیش از ۹۹/۹ درصد آن) در هستهٔ اتم متمرکز شده است. (✓)

۲ـ نیروی هسته‌ای، کوتاه‌برد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند. (✓)

۳ـ جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش (پروتون‌ها و نوترون‌ها) اندکی کمتر است. (✗)

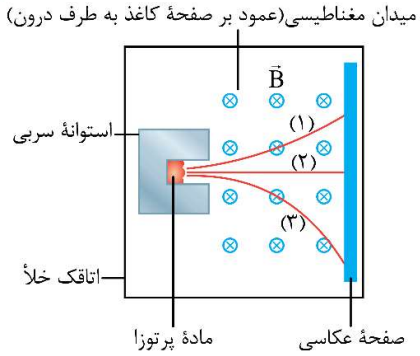
۴ـ هسته‌ها در واکنش شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند. (✓)

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

۵۶ شکل مقابل، طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد، که در آن مسیر پرتوهای گسیل‌شده (پرتوهای آلفا، بتای منفی و گاما) از یک مادهٔ پرتوزای طبیعی مشخص شده، و این پرتوها از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کنند. چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟



الف: میزان نفوذ پرتوی شمارهٔ (۲) در یک ورقه سربی، بیشتر از میزان نفوذ پرتوی شمارهٔ (۱) در همان ورقه سربی است.

ب: جرم ذرات پرتوی شمارهٔ (۳)، از جرم ذرات پرتوی شمارهٔ (۱)، بیشتر است.

ج: واپاشی ذرات پرتوی شمارهٔ (۱)، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

د: در واپاشی ذرات پرتوی شمارهٔ (۳)، یک نوترون درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی و خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۴)

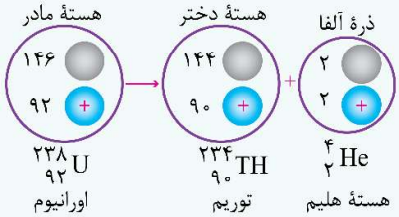
واپاشی الفا

۱ـ این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

۲ـ پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم $({}^{4}_{2}He)$ هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.

۳ـ برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی با ضخامت ناچیز $(0/01mm)$ متوقف می‌شوند.

۴ـ اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He \qquad (\alpha \text{ واپاشی})$$

واپاشی β^-

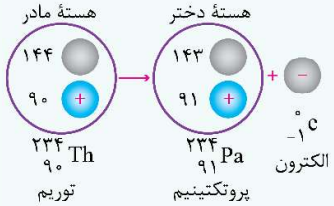
۱ـ این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

۲ـ پرتوهای β^- در واقع همان الکترون‌ها هستند.

۳ـ پرتوهای β^- مسافت خیلی بیشتری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود $(0/1mm)$ در سرب نفوذ کنند.

۴ـ الکترون گسیل‌شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل شود.

به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} \qquad (\beta^- \text{ واپاشی})$$

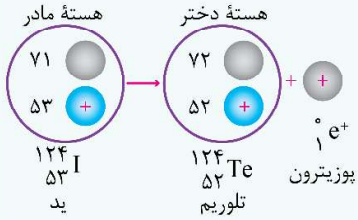
واپاشی β^+

۱ـ در این واپاشی ذرهٔ گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسانی با الکترون دارد ولی به جای بار $-e$ دارای بار الکتریکی $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با نماد β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود.

۲ـ مسافتی که پرتوهای β^+ در سرب نفوذ می‌کنند مانند β^- در حدود $(0/1mm)$ است.

۳ـ هنگام واپاشی β^+ یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^{+} \qquad (\beta^+ \text{ واپاشی})$$

واپاشی γ

۱ـ اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسند.

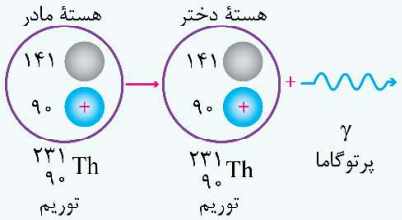
۲ـ پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و دارای بار الکتریکی و جرم نمی‌باشند و از فوتون‌های پرانرژی تشکیل شده‌اند.

۳ـ پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقهٔ سربی به ضخامت $(100mm)$ عبور کنند.

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

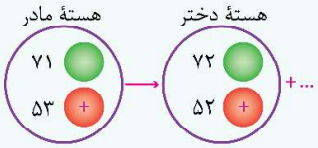
به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$ (واپاشی γ)

مثال:

شکل مقابل، واپاشی ید ۱۲۴ را نشان می‌دهد. نام ذرهٔ گسیل‌شده، در کدام گزینه به درستی آمده است؟



۱) آلفا

۲) گاما

۳) پوزیترون

۴) الکترون

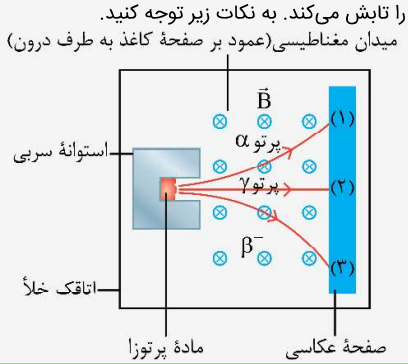
پاسخ: ۳

با توجه به واپاشی انجام‌شده می‌توان نوشت:

$${}^{124}_{53}I \rightarrow {}^{124}_{52}Te + {}^{A}_{Z}X \rightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = 1 \end{cases} \rightarrow {}^{0}_{+1}X = {}^{0}_{+1}\beta = \text{پوزیترون}$$

نکته:

در شکل مقابل یک مادهٔ پرتوزا در محفظه‌ای قرار گرفته است و سه پرتوی آلفا (α)، بتای منفی (β^-) و گاما (γ) را تابش می‌کند. به نکات زیر توجه کنید.



۱ـ پرتو γ از جنس امواج الکترومغناطیسی است و بار الکتریکی ندارد، بنابراین در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود و در مسیر مستقیم حرکت می‌کند.

۲ـ پرتوی α از جنس هستهٔ اتم هلیم است و دارای بار مثبت می‌باشد، بنابراین طبق قاعدهٔ دست راست، در میدان مغناطیسی نشان داده‌شده به طرف بالا منحرف می‌شود.

۳ـ پرتوی β^- از جنس الکترون است و دارای بار منفی می‌باشد، بنابراین در میدان مغناطیسی نشان داده‌شده به سمت پایین منحرف می‌شود.

۴ـ جرم ذرات α بسیار بیشتر از جرم ذرات β^- است، به همین دلیل میزان انحراف α کمتر از انحراف β^- می‌باشد.

بررسی موارد:

طبق نکات درسنامه، پرتوهای شمارهٔ (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب، پرتوهای آلفا (α)، بتای منفی (β^-) و گاما (γ) هستند.

الف: میزان نفوذ پرتوی گاما (γ) (پرتوی شمارهٔ ۲) در یک ورقه سربی، بیشتر از میزان نفوذ پرتوی آلفا (α) (پرتوی شمارهٔ ۱) در همان ورقه سربی است. (✓)

ب: جرم ذرات آلفا (α) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۱)، بسیار بیشتر از جرم ذرات بتای منفی (β^-) (ذرات پرتو شمارهٔ ۳) است. (✗)

ج: واپاشی بتای منفی (β^-) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۳) متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است. (✗)

د: در واپاشی بتای منفی (β^-) (ذرات پرتوی شمارهٔ ۳)، یک نوترون درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و الکترون از هسته خارج می‌شود. (گسیل می‌شود) (✓)

گروه آموزشی ماز

۵۷ـ حاصل واپاشی هستهٔ مادر ${}^{232}_{90}Th$، یک هستهٔ دختر A، n ذرهٔ آلفا و ۴ ذرهٔ الکترون است و حاصل واپاشی هستهٔ مادر ${}^{99}_{48}Cd$، یک هستهٔ دختر B، m ذرهٔ آلفا و ۱ ذرهٔ پوزیترون است. اگر تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر A و هسته دختر B، به‌ترتیب ۱۲۶ و ۵۰ تا باشد، m+n کدام است؟

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

گام اول:

معادلهٔ واپاشی هستهٔ مادر ${}^{232}_{90}Th$ را می‌نویسیم:

$${}^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}A + n\,{}^{4}_{2}\alpha + 4\,{}^{0}_{-1}e$$

پایستگی عدد جرمی : $232 = A_1 + n(4) + 4(0) \rightarrow 232 = A_1 + 4n$

پایستگی عدد اتمی : $90 = Z_1 + n(2) + 4(-1) \rightarrow 90 = Z_1 + 2n - 4 \rightarrow 94 = Z_1 + 2n$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر A، ۱۲۶ تا است، پس $N_1 = 126$ است. حال داریم:

$$A_1 = N_1 + Z_1 \rightarrow N_1 = A_1 - Z_1 \rightarrow A_1 - Z_1 = 126$$

$$\begin{cases} 232 = A_1 + 4n \\ 94 = Z_1 + 2n \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} 138 = (A_1 - Z_1) + (4n - 2n)$$

$$\xrightarrow{A_1 - Z_1 = 126} 138 = 126 + 2n \rightarrow 12 = 2n \rightarrow n = 6$$

گام دوم:

معادلهٔ واپاشی ${}^{99}_{48}Cd$ را می‌نویسیم:

$${}^{99}_{48}Cd \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}B + m\,{}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{+1}e$$

پایستگی عدد جرمی : $99 = A_2 + m(4) + 0 \rightarrow 99 = A_2 + 4m$

پایستگی عدد اتمی : $48 = Z_2 + m(2) + 1 \rightarrow 48 = Z_2 + 2m + 1 \rightarrow 47 = Z_2 + 2m$

سؤال گفته تعداد نوترون‌های هستهٔ دختر B، ۵۰ تا است، پس $N_2 = 50$ است. حال داریم:

$$A_2 = Z_2 + N_2 \rightarrow N_2 = A_2 - Z_2 \rightarrow A_2 - Z_2 = 50$$

$$\begin{cases} 99 = A_2 + 4m \\ 47 = Z_2 + 2m \end{cases} \xrightarrow[\text{پایین کم می‌کنیم}]{\text{معادله بالا را از معادله}} 52 = (A_2 - Z_2) + (4m - 2m)$$

$$\xrightarrow{A_2 - Z_2 = 50} 52 = 50 + 2m \rightarrow 2 = 2m \rightarrow m = 1$$

گام سوم:

خواستهٔ سوال برابر است با:

$$m + n = 1 + 6 = 7$$

گروه آموزشی ماز

۵۸ **تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونه مادهٔ پرتوزا، برابر ۲۵۶ است. اگر پس از گذشت ۱۸۰ دقیقه، تعداد هسته‌های اولیه، ۹۳/۷۵ درصد کاهش یابد، پس از چند دقیقه از ابتدای واپاشی مادهٔ پرتوزا، تعداد هسته‌های واپاشی‌شدهٔ مادهٔ پرتوزا برابر ۲۲۴ می‌شود؟**

۱) ۴۵ ۲) ۱۳۵ ۳) ۹۰ ۴) ۲۷۰

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۴)

پرتوزایی و نیمه‌عمر

۱ـ مدت زمانی که طول می‌کشد تا نیمی از یک مادهٔ پرتوزا واپاشیده شود را «نیمه‌عمر» آن ماده می‌گویند و آن را با T نشان می‌دهند.

۲ـ اگر تعداد هسته‌های اولیه برابر N_0 باشد، پس از گذشت هر نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های باقی‌مانده نصف می‌شود.

$$N_0 \xrightarrow{\frac{T_{\frac{1}{2}}}{}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{\frac{T_{\frac{1}{2}}}{}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{\frac{T_{\frac{1}{2}}}{}} \frac{N_0}{8} \cdots$$

۳ـ تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده (N) از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \quad , \quad n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

N_0 : تعداد هسته‌های مادر اولیه در نمونهٔ پرتوزا
n : تعداد نیمه‌عمرها
t : زمان
$T_{\frac{1}{2}}$: نیمه‌عمر

۴ـ اختلاف تعداد هسته‌های مادر اولیه در نمونهٔ پرتوزا و هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده برابر تعداد هسته‌های واپاشی شده است.

$$N_{\text{واپاشیده}} = N_0 - N_{\text{پرتوزای باقی‌مانده}}$$

$$\rightarrow N_{\text{واپاشیده}} = N_0 - \frac{N_0}{\frac{t}{2T_{\frac{1}{2}}}} = N_0\left(1 - \frac{1}{\frac{t}{2T_{\frac{1}{2}}}}\right)$$

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

گام اول:

تعداد هسته‌های اولیهٔ یک نمونه مادهٔ پرتوزا (N_0) پس از گذشت $t_1 = 180\,min$، ۹۳/۷۵ درصد کاهش یافته است. پس تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برابر است با:

$$N = N_0 - \frac{93/75}{100}N_0 \rightarrow N = \frac{6/25}{100}N_0$$

گام دوم:

نیمه‌عمر (T) مادهٔ پرتوزا را بر حسب دقیقه (min) به‌دست می‌آوریم:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \xrightarrow[t=t_1=180\,min]{N=\frac{6/25}{100}N_0}$$

$$\frac{6/25}{100}N_0 = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{6/25}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow$$

$$\frac{\frac{625}{10000}}{100} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180}{T}} \rightarrow 4 = \frac{180}{T} \rightarrow T = \frac{180}{4} = 45\,min$$

گام سوم:

با توجه به اینکه پس از گذشت مدت زمان t_2، تعداد هسته‌های واپاشی شده ماده پرتوزا ($N_{واپاشیده}$)، ۲۲۴ تا است، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ($N_{پرتوزای\,باقی‌مانده}$) را پس از گذشت مدت زمان t_2، به‌دست می‌آوریم:

$$N_{واپاشیده} = N_0 - N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} \xrightarrow[N_0=256]{N_{واپاشیده}=224} 224 = 256 - N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} \rightarrow N_{پرتوزای\,باقی‌مانده} = 256 - 224 = 32$$

گام چهارم:

پس از گذشت مدت زمان t_2، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده ($N_{پرتوزای\,باقی‌مانده}$)، برابر ۳۲ است، بنابراین:

$$N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

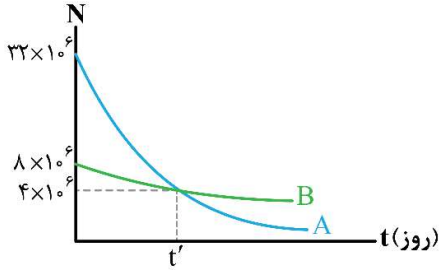
$$\xrightarrow[N_0=256\,,\ t=t_2\,,\ T=45\,min]{N=32} 32 = 256\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow$$

$$\frac{32}{256} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \xrightarrow[\text{مخرج کسر را تقسیم بر ۳۲ می‌کنیم}]{\text{در سمت چپ تساوی صورت و}} \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}}$$

$$\rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t_2}{45}} \rightarrow 3 = \frac{t_2}{45} \rightarrow t = 3\times 45 = 135\,min$$

گروه آموزشی ماز

۵۹- نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده، برای دو مادهٔ پرتوزا A و B، برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر نیمه‌عمر مادهٔ پرتوزا A، ۲ روز باشد، در ۶ روز سوم از ابتدای واپاشی مادهٔ B، چند هستهٔ آن دچار واپاشی می‌شوند؟



۱) 2×10^6

۲) $2/5\times10^5$

۳) 5×10^5

۴) 10^6

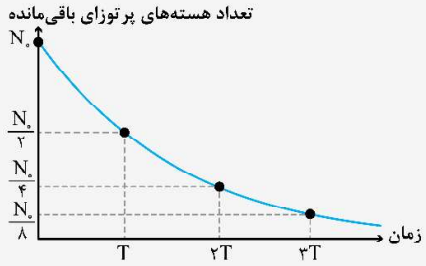
www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

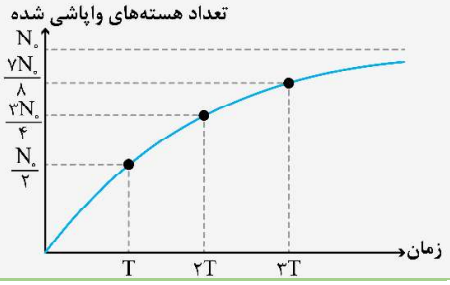
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۲۰۴)

نکته:

۱ـ نمودار تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌ماندهٔ یک مادهٔ پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل مقابل است.



۲ـ نمودار تعداد هسته‌های واپاشی‌شده برحسب زمان مطابق شکل زیر است. دقت کنید که در هر لحظه مجموع تعداد هسته‌های واپاشی‌شده و هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده برابر تعداد هسته‌های مادر اولیه است.



گام اول:

در زمان t'، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده (N) در مادهٔ پرتوزای A، ۴×۱۰^{۶} تا است. با توجه به اینکه، تعداد هسته‌های مادر اولیه (N_0) در مادهٔ پرتوزای A، ۳۲×۱۰^{۶} تا است و همچنین، نیمه‌عمر ماده پرتوزا A (T_A) برابر ۲ روز است، زمان t' را برحسب روز به دست می‌آوریم:

$$N = N_0(\frac{۱}{۲})^{n} \xrightarrow{n=\frac{t}{T}} N = N_0(\frac{۱}{۲})^{\frac{t}{T}} \xrightarrow[N_0=۳۲\times۱۰^{۶},\ t=t',\ T_A=۲\text{روز}]{N=۴\times۱۰^{۶}}$$

$$۴\times۱۰^{۶} = ۳۲\times۱۰^{۶}(\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow \frac{۴\times۱۰^{۶}}{۳۲\times۱۰^{۶}} = (\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow \frac{۴}{۳۲} = (\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}}$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۸} = (\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow (\frac{۱}{۲})^{۳} = (\frac{۱}{۲})^{\frac{t'}{۲}} \rightarrow ۳ = \frac{t'}{۲} \rightarrow t' = ۶\text{روز}$$

گام دوم:

در زمان $t' = ۶$ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای باقی‌مانده (N) در ماده پرتوزای B، ۴×۱۰^{۶} تا است. با توجه به اینکه تعداد هسته‌های مادر اولیه (N_0) در ماده پرتوزای B، ۸×۱۰^{۶} تا است، می‌توان فهمید در مدت ۶ روز، تعداد هسته‌های مادهٔ B نصف شده است، بنابراین نیمه‌عمر ماده پرتوزای B (T_B) برابر روز $T_B = ۶$ است.

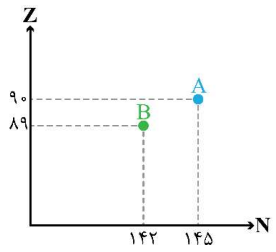
گام سوم:

با توجه به شکل زیر، تعداد هسته‌های باقی ماندهٔ B در ۶ روز سوم، از ۲×۱۰^{۶} به $۱۰^{۶}$ رسیده است و به اندازهٔ $۱۰^{۶}$ هستهٔ آن دچار واپاشی می‌شوند.

$$۸\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{۶روز اول}} ۴\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{۶روز دوم}} \underbrace{۲\times۱۰^{۶} \xrightarrow{\text{۶روز سوم}} ۱۰^{۶}}_{\text{در این بازه } ۱۰^{۶} \text{ هسته دچار واپاشی شده‌اند}}$$

گروه آموزشی ماز

۶۰ـ هستهٔ A با انجام کدام‌یک از واپاشی‌های زیر به هستهٔ B تبدیل می‌شود؟



۱) یک واپاشی β^{+} و یک واپاشی α

۲) یک واپاشی β^{-} و یک واپاشی α

۳) یک واپاشی β^{+} و دو واپاشی α

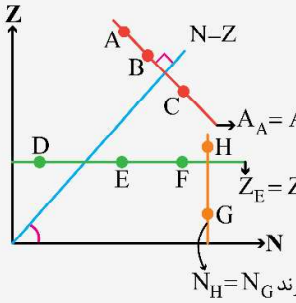
۴) یک واپاشی β^{-} و دو واپاشی α

www.biomaze.ir

t.me/Azmoonha_Azmayeshi

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۲۰۴)

نکته:



تمام نقاط روی این خط، عدد جرمی یکسان دارند $A_A = A_B = A_C$

تمام نقاط روی این خط، عدد اتمی یکسانی دارند(ایزوتوپ هستند) $Z_E = Z_F = Z_D$

تمام نقاط روی این خط، عدد نوترونی یکسان دارند $N_H = N_G$

نام واپاشی	ذره یا پرتوی تابش شده	هستهٔ مادر	هستهٔ دختر	تغییر مکان در جدول تناوبی عنصرها	معادلهٔ واکنش	انحراف در میدان مغناطیسی	نفوذپذیری در سرب	اتفاقات واکنش
آلفازا	${}^{4}_{2}He$	${}^{A}_{Z}X$	${}^{A-4}_{Z-2}Y$	دو خانه به عقب	${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + \alpha$	α X X X	۰/۰۱mm	هسته دو پروتون و دو نوترون از دست می‌دهد
بتازای منفی	${}^{0}_{-1}e^{-}$	${}^{A}_{Z}X$	${}^{A}_{Z+1}Y$	یک خانه به جلو	${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^{-}$	β^- X X X	۰/۱mm	یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می‌یابد.
بتازای مثبت	${}^{0}_{+1}e^{+}$	${}^{A}_{Z}X$	${}^{A}_{Z-1}Y$	یک خانه به عقب	${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + \beta^{+}$	β^+ X X X	۰/۱mm	یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش می‌یابد.

پاسخ تشریحی:

هستهٔ A باید واپاشی انجام دهد که سه نوترون آن کم شود و یک پروتون آن نیز کاهش یابد. فرض کنیم n ذرهٔ α و m ذرهٔ β^- تابش شده باشد، بنابراین می‌توان نوشت:

$${}^{235}_{90}A \rightarrow {}^{231}_{89}B + n\,{}^{4}_{2}\alpha + m\,{}^{0}_{-1}e^{-}$$

پایستگی عدد جرمی : $235 = 231 + 4n \rightarrow n = 1$

پایستگی عدد اتمی : $90 = 89 + 2n - m \xrightarrow{n=1} m = 1$

بنابراین با تابش یک ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^-، هستهٔ A به هستهٔ B تبدیل می‌شود.