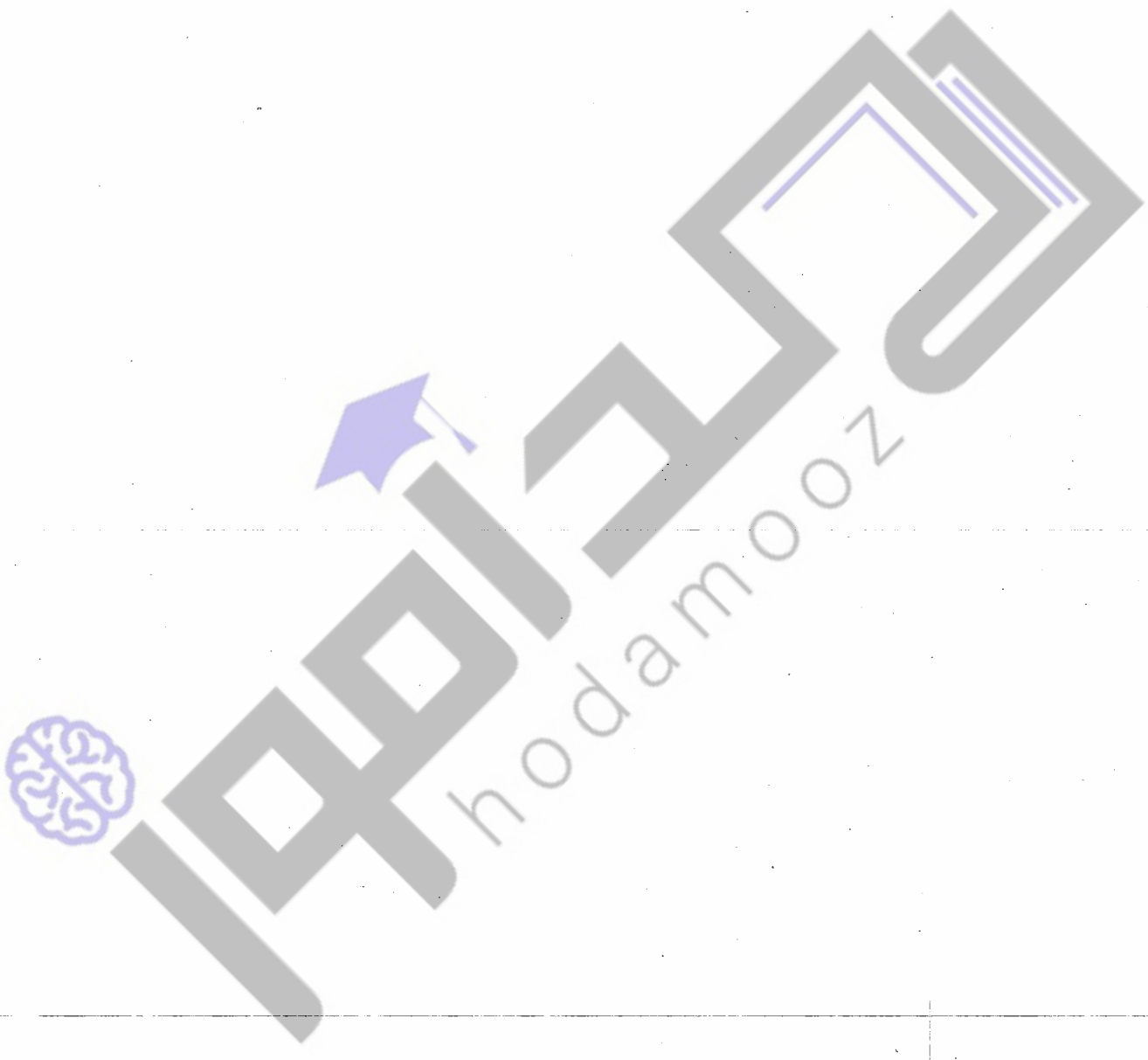
جزوه فصل چهارم فیزیک دوازدهم

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای

تالیف: مهندس رهبری

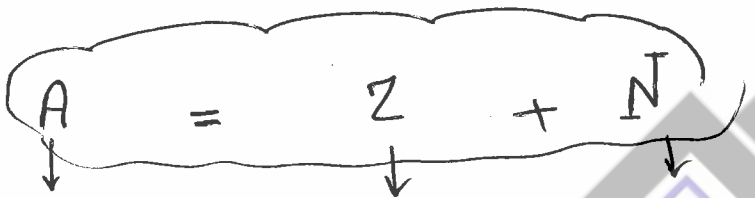
آبان ۱۴۰۱

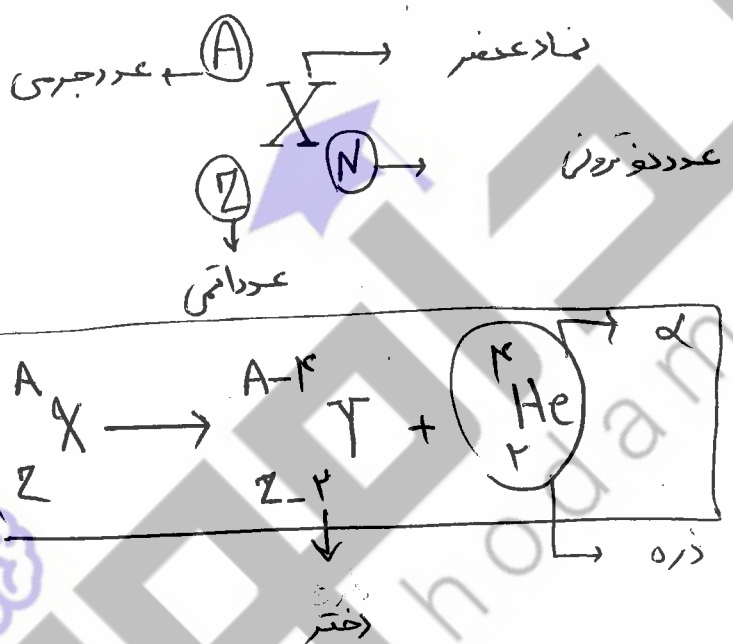
mdamooz


hodamooz

آلفا هسته هلیم است. یعنی هلیومی که دو الکترون آنان گرفته‌ایم.

$$\alpha \longrightarrow {}^{4}_{2}He^{++}$$





واپاشی α :

ذره‌های α، نشان هسته و بار (+) دارند. برد این ذره‌ها کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافت کوتاهی (تا ۲ سانتی‌متر) و یا با عبور از لایه‌ای نازک از سوار جذب می‌شوند. اگر این ذره‌ها از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند باعث آسیب شدید به بافت‌های بدن می‌شوند.

یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α در آشکارسازهای دود است.

بتا β

$\beta \begin{cases} \beta^- \rightarrow & \text{الکترون} \\ \beta^+ \rightarrow & \text{پوزیترون} \end{cases}$ (e^+)

واپاشی β^-

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix}X \longrightarrow \begin{matrix} A \\ Z+1 \end{matrix}Y + \begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix}e^-$$

مثال

$$\begin{matrix} 234 \\ 90 \end{matrix}Th \longrightarrow \begin{matrix} 234 \\ 91 \end{matrix}Pa + \begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix}e$$

توریم — پروتکتینیوم — الکترون

واپاشی β^+ پوزیترون

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix}X \longrightarrow \begin{matrix} A \\ Z-1 \end{matrix}Y + \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}e^+$$

$\beta^+ \leftrightarrow e^+$

مثال

$$\begin{matrix} 124 \\ 53 \end{matrix}I \longrightarrow \begin{matrix} 124 \\ 52 \end{matrix}Te + \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}e^+$$

ید — تلوریم — پوزیترون

واپاشی گاما γ

: حین گاما فوتون است.

$$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix}X^* \longrightarrow \begin{matrix} A \\ Z \end{matrix}X + \gamma$$

واپاشی گاما وقتی رخ می دهد که هسته‌ای برانگیخته (تحریک شده) باشد

خ ۹۲ : هسته $^{231}_{91}Pa$ با گسیل ذره آلفا واپاشد. هسته حاصل چند پروتون و چند نوترون دارد؟

$$^{231}_{91}Pa \longrightarrow {}^{231-4=227}_{91-2=89}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

$89 \rightarrow p$

$N = 227 - 89 = 138$

خ ۹۲ : اورانیم $^{238}_{92}U$ با تابش یک پرتو آلفا به کدام یک از عناصر زیر تبدیل می‌شود؟

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{238-4=234}_{92-2=90}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

$^{234}_{90}Th$

ر ۹۱ : یک هسته آمریسیم (۲۴۱) با تابش یک ذره آلفا واپاشیده شده و به یک ایزوتوپ نپتونیم طبق رابطه زیر تبدیل می‌شود تعداد نوترون‌های این ایزوتوپ نپتونیم چقدر است؟

$$^{241}_{95}Am \longrightarrow {}^{237}_{Z}Np + {}^{4}_{2}\alpha$$

$Z = 93$

$N = 237 - 93 = 144$

ت ۹۱ : در واپاشی مطابق شکل زیر تعداد پروتون‌های هسته ---- و تعداد نوترون‌های آن ----

β^-

✓ ① یک واحد افزایش می‌یابد ـ یک واحد کاهش می‌یابد

② یک واحد کاهش می‌یابد ـ یک واحد افزایش می‌یابد.

③ یک واحد افزایش می‌یابد ـ ثابت می‌ماند

④ یک واحد کاهش می‌یابد ـ ثابت می‌ماند.

واکنش های زیر را کامل کنید:

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta^{-}$$

$$^{32}_{15}P \longrightarrow {}^{32}_{14}Si + {}^{0}_{+1}\beta^{+}$$

---

(۹۲) عنصر $^{11}_{6}C$ با تابش یک پوزیترون به کدام عنصر تبدیل می شود؟

$^{11}_{5}B$	$^{11}_{7}N$
$^{10}_{5}B$	$^{12}_{6}C$

$$^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}? + {}^{0}_{1}\beta^{+}$$

$$11 - 0 = 11 \qquad 6 - 1 = 5$$

---

(۹۰) آلرهسته عنصر $^{8}_{3}Li$ یک پرتو آلفا و هم زمان یک ذره (بتا) الکترون گسیل کند به کدام یک از عناصر زیر تبدیل می شود؟

$^{4}_{2}He$	$^{6}_{3}Li$
$^{7}_{3}Li$	$^{8}_{4}Be$

$$^{8}_{3}Li \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta^{-}$$

$\beta \longrightarrow Z \longrightarrow$ یک واحد اضافه

$A \longrightarrow$ بدون تغییر

$\alpha \longrightarrow$ ۴ واحد از A

۲ واحد از Z

$$8 - 4$$

$$\Rightarrow {}^{8}_{3}Li \longrightarrow {}^{?}_{?}F \longrightarrow {}^{4}_{2}?$$

$$3 - 2 + 1$$

---

(۹۵) حاصل واپاشی عنصر مادر $^{A}_{Z}X$، عنصر دختر $^{208}_{81}TL$ به اضافه یک ذره پوزیترون و یک ذره آلفا است. A, Z به ترتیب کدام است؟

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{208}_{81}TL + {}^{0}_{+1}e^{+} + {}^{4}_{2}\alpha$$

$$208 + 4 = 212$$

$$81 + 3 = 84$$

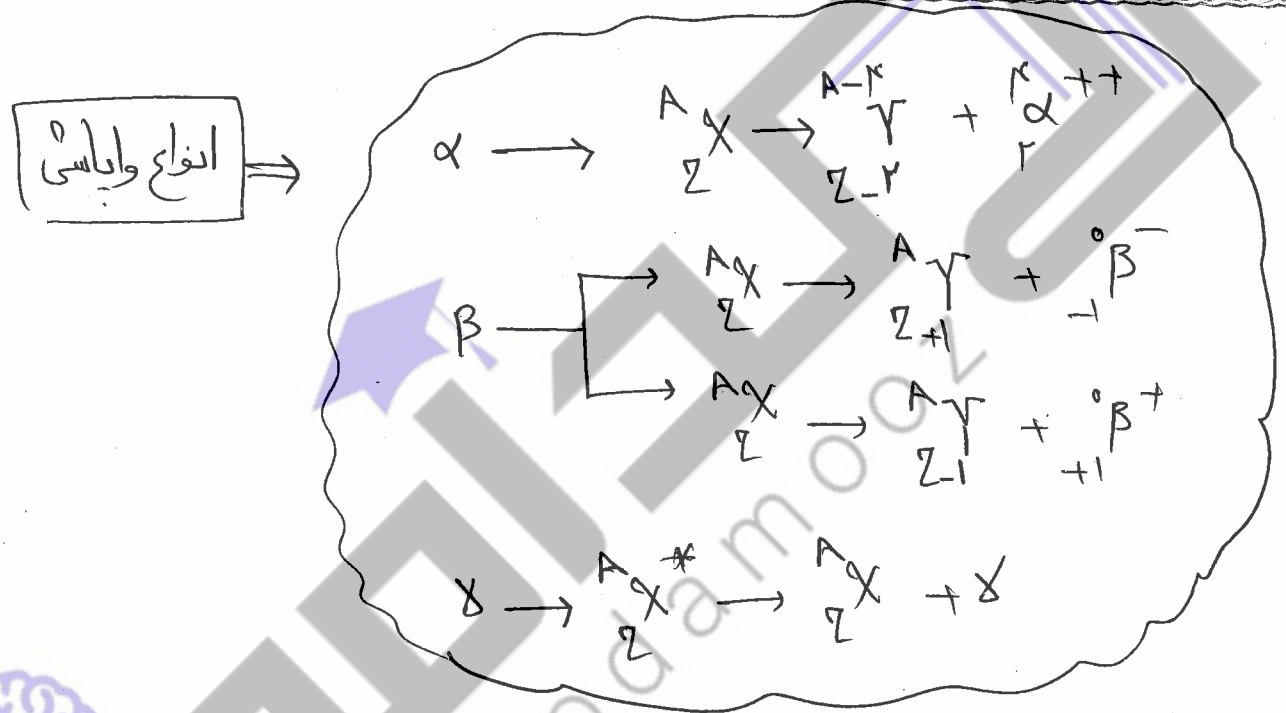
۹۱۲) در واپاشی گاما :

۱) تعداد نوکلئون ها ثابت می‌ماند. ✓

۲) عدد اتمی یک واحد کاهش می‌یابد. ×

۳) عدد جرمی یک واحد کاهش می‌یابد. ×

۴) هسته از حالت پایه به حالت برانگیخته می‌رود. ×



نوع واپاشی	Z	N	A
آلفا (α)	۲↓	۲↓	۴↓
بتای منفی (β^-)	۱↑	۱↓	ثابت
بتای مثبت (β^+)	۱↓	۱↑	ثابت
گاما ✓	ثابت	ثابت	ثابت

نکته: نوکلئون‌ها: یعنی مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها ← عدد جرمی

نکته: در تمام واپاشی‌ها سه چیز پایسته است. ① بار الکتریکی ② عدد اتمی ③ عدد جرمی

۹۸ر: در واکنش $^{237}_{92}X \longrightarrow 2 + 3\alpha + \beta^-$

تعداد نوکلئون‌های X چقدر است؟

۲۲۸	۲۲۶

(۲۲۵)	۲۲۴

$^{237}_{92}X \longrightarrow 2 + 3\left(^4_2\alpha\right) + {}^0_{-1}\beta^-$

$237 - 12 = 225$

$92 - 5 = 87$

۹۸خ: در واکنش هسته‌ای (نوترون) $^{207}_{83}X \longrightarrow {}^{197}_{79}Y + N(\alpha) + M(\beta^-) + 2$

M و N به ترتیب کدام‌اند؟

۳و۲	۲و۲

(۲و۱)	۱و۱

^1_0N نوترون

$^{207}_{82}X \longrightarrow {}^{197}_{79}Y + N\left(^4_2He\right) + M\left({}^0_{-1}\beta\right) + 2\left(^1_0N\right)$

$207 = 197 + 4N + 2 \longrightarrow N = 2$

$82 = 79 + 2N - M \xrightarrow{N=2} M = 1$

تجربی ۹۸ خ: در واکنش هسته‌ای $_{Z}^{A}X \Rightarrow {}_{Z}^{A-۸}Y + \cdots + \cdots$

بجای نقطه‌چین‌ها چند آلفا و چند بتای منفی باید قرار داد؟

۴β , ۲α	۳β α۱
۲α , ۳β	۲α , ۲β

$$_{۹۲}^{A}X \Rightarrow {}_{۷۶}^{A-۸}Y + ۲(_{۲}^{۴}\alpha) + ۴(_{-۱}^{۰}\beta)$$

تجربی ۱۴۰۰: نپتونیم عنصر $_{۹۳}^{۲۳۷}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل ۳ ذره α و یک ذره β صورت می‌گیرد در این واپاشی، هسته نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد!

۱۳۶ و ۸۷	۱۳۶ و ۸۸
۱۳۷ و ۸۷	۱۳۷ و ۸۸

$$_{۹۳}^{۲۳۷}Np \longrightarrow {}_{y}^{x}Y + ۳(_{۲}^{۴}\alpha) + ۱(_{-۱}^{۰}\beta^{-})$$

$۲۳۷ = ۱۲ + x \rightarrow x = ۲۲۵$

$N = ۲۲۵ - ۸۸ = ۱۳۷$

$۹۳ = y + ۹ - ۱ \rightarrow y = ۸۸$

تجربی ۱۴۰۰ خ سدیم $_{۱۱}^{۲۴}Na$ واپاشی β^- انجام می‌دهد هسته حاصل به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

۱۲ و ۱۱	۱۳ و ۱۱
۱۲ و ۱۲	۱۳ و ۱۱

$$_{۱۱}^{۲۴}Na \longrightarrow {}_{۱۲}^{۲۴}Y + {}_{-۱}^{۰}\beta^{-}$$

$N = ۲۴ - ۱۲ = ۱۲$

$P = ۱۲$

ریاضی ۱۴۰۰ : کدام مورد درست است؟

الف) : در واپاشی β^- ، الکترون لیبل شده در هسته مادر وجود ندارد و هیچ‌کدام از الکترون‌های مداری اتم نیست.

ب) : در واپاشی β^+ ، ذره لیبل شده توسط هسته، جرم یک نوترون دارد.

پ) : اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند

ت) : در واپاشی β^+ ، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

✓ ① الف و ب ② الف و پ ③ ب و ت ④ ب و پ

ریاضی ۱۴۰۰ خ : کدام مورد درست است؟

الف- پرتوهای α نشتی‌اند و برد جلوی دارند. ×

ب- تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است. ✓

پ- یکی از کاربردهای گسترده واپاشی α ، در آشکارسازهای دود است. ✓

ت- واپاشی α در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد. ×

① الف و ب ② الف و پ ③ ب و ت ✓ ④ ب و پ

تجربی خ ۹۶ : در فعل و انفعال هسته‌ای

$$^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}Al \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$$

A و Z به ترتیب چقدر می‌باشد؟

$A+1 = 4+27 \rightarrow A = 30$

$2+13 = Z+0 \rightarrow Z = 15$

تا ۹۶ : در فعل و انفعال هسته‌ای زیر برای عنصر X، تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها کدام است؟

۵۸ و ۳۶	**۳۶ , ۵۶**
۹۴ و ۵۴	۹۲ و ۵۴

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{A}_{Z}X + 3({}^{1}_{0}n) $$

$$ 1+235 = 141 + A + 3 \longrightarrow A = 92 $$

$$ 0+92 = 56 + Z + 0 \longrightarrow Z = 36 $$

$$ N = 92 - 36 = 56 $$

---

۸۶ در واکنش هسته‌ای $ {}^{1}_{0}n + {}^{10}_{5}B \rightarrow {}^{7}_{3}Li + X $ ذره X کدام است؟

α	β
α+β	α+3β

$$ 1+10 = 7 + \boxed{4} \longrightarrow 4 \text{ تا نوکلئون} \longrightarrow \alpha $$

$$ 5+0 = 3 + \boxed{2} \longrightarrow 2 \text{ تا پروتون} $$

---

۳۳ : واپاشی مرکب : در تبدیل زیر چند آلفا و چند بتا تولید می‌شود؟

$$ {}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + \text{-----} $$

A روی β اثر ندارد ← α

$$ 238 = 206 + \square $$

$$ \Rightarrow \square = 32 \longrightarrow \boxed{8\alpha} $$

$$ 92 = 82 + (+14) + \square \longrightarrow \square = -6 \longrightarrow 6\beta^- $$

ریاضی ۸۴ : فرض کنید در یک واپاشی هسته‌ای عنصر رادیواکتیو سرب $^{207}_{82}Pb$ با تابش ذرات آلفا و بتا و نوترون به طلا $^{197}_{79}Au$ تبدیل می‌شود به ترتیب از راست به چپ چند آلفا، چند بتا تابش شده است؟

$$^{207}_{82}Pb \longrightarrow {}^{197}_{79}Au + 2\,{}^{1}_{0}n + \square$$

$$207 = 197 + 2 + \square \rightarrow \square = 8 \rightarrow 2\alpha$$

$$82 = 79 + 4 + \square \rightarrow \square = -1 \rightarrow 1\beta^-$$

---

(۹۵) در فعل و انفعال هسته‌ای $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + X + Energy$

اگر اختلاف جرم طرفین 0.001 و هر واحد جرم اتمی $1.7 \times 10^{-27}\ kg$ فرض شود

X کدام است و انرژی آزاد شده چند ژول است؟ $c = 3 \times 10^8\ m/s$

$5.1 \times 10^{-22}, e^+$	$5.1 \times 10^{-22}, e^-$
$1.53 \times 10^{-13}, e^+$	$1.53 \times 10^{-13}, e^-$

$X \longrightarrow e^-$

$$E = \Delta m c^2 = 0.001 \times 1.7 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 1.53 \times 10^{-13}\ J$$

$17 \times 9 = 153$

خلاصه نکات:

① عدد جرمی برابر مجموع نوکلئون‌های هسته است. $A = Z + N$

② ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها تعیین می‌کنند.

③ **ایزوتوپ:** تعداد پروتون‌های برابر و نوترون‌های متفاوت دارند و در جدول تناوبی در یک مکان هستند. خواص شیمیایی یکسان و خواص فیزیکی متفاوت دارند.

④ **نیروی هسته‌ای:** نیروی جاذبهٔ بسیار قوی و کوتاه‌برد بین نوکلئون‌ها که سبب پایداری هسته می‌شود. این نیرو مستقل از بار الکتریکی و نوع نوکلئون است.

⑤ **پایداری هسته:** اگر نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبه هسته‌ای بین نوکلئون‌ها خنثی شود هسته پایداری می‌ماند. با افزایش تعداد پروتون‌های درون هسته، برای پایدار ماندن هسته، باید تعداد نوترون‌های درون هسته نیز افزایش یابد. نقش نوترون‌ها در هسته افزایش نیروی ربایشی بین پایداری هسته است.

⑥ **انرژی بستگی هسته‌ای:** انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های هسته ← کاستی جرم هسته ← میزان اختلاف جرم هسته و مجموع جرم نوکلئون‌های آن. هرچه انرژی بستگی هسته بیشتر ← هسته پایدارتر

$E = mc^2$ ← انرژی بستگی هسته‌ای

↓ کاستی جرم هسته

⑦ **ترازهای هسته:** انرژی نوکلئون‌های هسته کوانتیده است و اختلاف تراز انرژی آن‌ها از مرتبهٔ MeV و KeV است. نوکلئون‌ها با جذب انرژی به ترازهای با انرژی بالاتر می‌روند و هسته برانگیخته می‌شود $\left({}^{A}_{Z}X^{*}\right)$ و هستهٔ برانگیخته با گسیل فوتون به حالت پایه برمی‌گردد.

پرتوزایی طبیعی:

آلفا (α): هسته ۲ پروتون و ۲ نوترون از دست می دهد.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

بتا (β):

الف- **پوزیترون (β^+):** یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود و عدد اتمی هسته یک واحد کاهش می یابد.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^{+}$$

ب- **الکترون (β^-):** یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می شود و عدد اتمی هسته یک واحد افزایش می یابد.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-}$$

گاما (γ): ← هسته برانگیخته با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می رسد و نوع هسته تغییر نمی کند. پرتو گاما از جنس امواج الکترومغناطیس است لذا بار الکتریکی ندارد و در میدان مغناطیس منحرف نمی شود.

$$^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

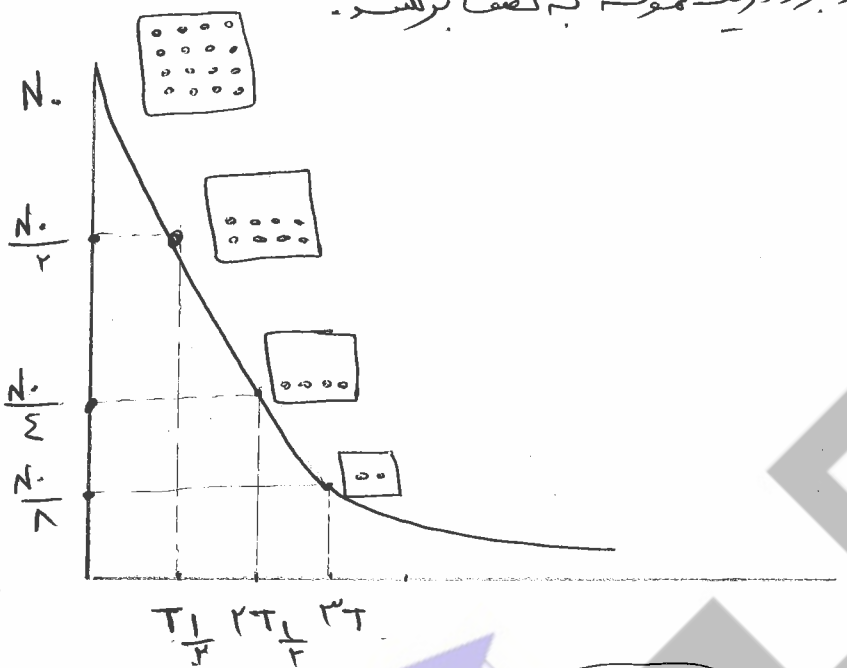
در تمامی فرایندهای هسته ای: ① مجموع عددهای جرمی ۲ طرف رابطه یکسان است (یا بستگی تعداد نوکلئون ها یا عدد جرمی) ② مجموع عددهای اتمی ۲ طرف رابطه یکسان است. (یا بستگی بار الکتریکی یا عدد اتمی)

نکته مهم: نفوذ پذیری پرتوها در شرب:

$$\gamma > \beta > \alpha$$

نیمه عمر: ایزوتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. نیمه عمر مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسد.

نیمه عمر ← $T_{\frac{1}{2}}$



زمان

جرم اولیه — جرم باقی مانده

$M = \frac{m_0}{2^n}$

$N = \frac{N_0}{2^n}$ ← تعداد ذرات باقی مانده

N_0 → تعداد اولیه

n → تعداد نیمه عمر

$n = \frac{t}{T}$ ← تعداد نیمه عمر

t → زمان سپری شده

T → زمان نیمه عمر

$N' = N_0 - N$ → تعداد هسته‌های پرتوزای باقی مانده

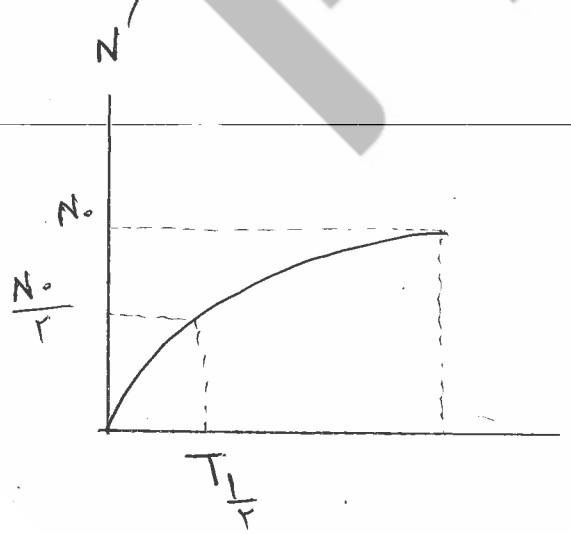
N' → تعداد هسته‌های واپاشیده

N_0 → تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه

برای محاسبه سریع تعداد هسته‌های پرتوزای فعال باقی مانده می‌توان از جدول زیر استفاده کرد:

(n) تعداد نیم عمرهای سپری شده	(N) تعداد هسته‌های مادر باقی مانده	(N′) تعداد هسته‌های واپاشیده شده
۰	N_0 (۱۰۰٪)	۰ (۰٪)
۱	$\frac{N_0}{۲}$ (۵۰٪)	$\frac{N_0}{۲}$ (۵۰٪)
۲	$\frac{N_0}{۴}$ (۲۵٪)	$\frac{۳}{۴}N_0$ (۷۵٪)
۳	$\frac{N_0}{۸}$ (۱۲٫۵٪)	$\frac{۷}{۸}N_0$ (۸۷٫۵٪)
۴	$\frac{N_0}{۱۶}$ (۶٫۲۵٪)	$\frac{۱۵}{۱۶}N_0$ (۹۳٫۷۵٪)
۵	$\frac{N_0}{۳۲}$ (۳٫۱۲۵٪)	$\frac{۳۱}{۳۲}N_0$ (۹۶٫۸۷۵٪)

نکته: نمودار تعداد هسته‌های واپاشیده (N') برحسب زمان (n) مطابق شکل زیر است:



(۸۷) چند درصد از هسته‌های یک ماده پرتوزا پس از واپاشی در مدت ۴ نیمه عمر بصورت فعال باقی می‌ماند؟

۳	۲,۵
۱۲,۵	۶,۲۵

$N = \frac{N_0}{2^4} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} \times 100 = 6,25\%$ ، $93,75\%$ واپاشیده شده فعال

---

(۹۳) نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۲ ساعت است پس از چند ساعت $\frac{1}{128}$ هسته‌های اولیه فعال باقی می‌ماند؟

۲۸	۳۶
۱۲	(۱۴)

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{128} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 7$

$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 7 = \frac{t}{2} \Rightarrow t = 14$

---

(۹۳) تعداد هسته‌های اولیه یک ماده پرتوزا $N_0 = 1600$ است. اگر نیمه عمر این ماده ۶ ساعت باشد بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته آن فعال باقی می‌ماند؟

(۱۸)	۱۲
۴۸	۳۶

$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow \frac{200}{1600} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$

$\frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 3 \Rightarrow n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$

$\Rightarrow t = n \cdot T_{\frac{1}{2}} = 3 \times 6 = 18$

---

(۸۱) نیمه عمر ماده پرتوزایی ۲۵ سال است اگر m گرم از این ماده موجود باشد پس از گذشت ۷۵ سال چه مقدار از آن بصورت فعال باقی می‌ماند؟

$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{75}{25} = 3$

(۸۸) از هسته‌های اولیه ماده پرتوزایی پس از ۹ سال، ٪۱۲٫۵ آن باقی مانده است نیمه عمر این ماده چند سال است؟

۳	۲
۶	۴

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

$$\frac{125}{1000} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \Longrightarrow \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \longrightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T} \longrightarrow 3 = \frac{9}{T_{\frac{1}{2}}} \longrightarrow \boxed{T_{\frac{1}{2}} = 3}$$

---

(۹۰) نیمه عمر $_{38}Sr^{90}$ برابر ۲۸ سال است چند سال طول می‌کشد تا ۲ میلی‌گرم از این عنصر به ۱۲۵ میکروگرم کاهش یابد؟

۸۴	۷
۱۱۲	۱۲

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \Longrightarrow \frac{125\times10^{-6}}{2\times10^{-3}} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\frac{125}{2000} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \longrightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \longrightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T} \longrightarrow 4 = \frac{t}{28} \longrightarrow \boxed{t = 112}$$

---

(۹۱) از ماده پرتوزایی پس از گذشت ۵ نیمه عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌ آن واپاشیده نشده است؟

۳	۲۰
۹۷	۸۰

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{32} \longrightarrow N = \frac{N_0}{32}$$

$$N' = N_0 - N = N_0 - \frac{N_0}{32} = \frac{31}{32}N_0$$

$$\frac{31}{32}\times100 = 96{,}875$$

---

(۹۵) نیمه عمر ماده پرتوزایی ۸ روز است. پس از ۳۲ روز چند درصد هسته‌های آن واپاشیده نشده است؟

۷۵	۶۴
۹۳٫۷۵	۸۲٫۱۲۵

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{32}{8} = 4$$

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}\times100 = 6{,}25$$

$$\boxed{100 - 6{,}25 = 93{,}75}$$

۹۸خ از یک ماده پرتوزا که نیمه عمرش ۸ روز است پس از گذشت چند روز ۷۵ درصد هسته‌ها این ماده واپاشیده می‌شود؟

$\frac{16|8}{32|24}$

$\frac{25}{100} \Rightarrow \left(\frac{25}{100}\right) = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 2$

$\frac{25}{100}$ معادل $\frac{1}{4}$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 2 = \frac{t}{8} \rightarrow t = 16$

---

۸۴ نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۱۶ روز است. در مدت چند روز، جرم واپاشیده شده ۱۵ برابر جرم باقی‌مانده خواهد شد؟

$\frac{30|15}{64|48}$

$m' = 15m$

$m' = m_0 - m \Rightarrow 15m = m_0 - m \rightarrow 16m = m_0$

$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{16} \rightarrow \frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 4$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow t = 4 \times 16 = 64$

---

۸۶ نیمه عمر یک ماده پرتوزا t ثانیه است. پس از $3t$ ثانیه نسبت جرم واپاشیده به جرم باقی‌مانده از همان ماده کدام است؟

$\frac{1/2|(2)}{(4)/8|1/8}$

$n = \frac{3t}{t} = 3$

$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$

$m' = m_0 - m$

$m' = m_0 - \frac{1}{8}m_0$

$m' = \frac{7}{8}m_0$

$\frac{m'}{m} = \frac{\frac{7}{8}m_0}{\frac{1}{8}m_0} = 7$

---

۹۶ اگر ۸۷٫۵٪ از مقدار هسته‌های یک ماده پرتوزا در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده شود نیمه عمرش چند ساعت است؟

$100 - 87{,}5 = 12{,}5\%$

$\frac{4|3}{8|6}$

$\frac{125}{1000} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 3 \rightarrow$

$3 = \frac{24}{T} \rightarrow T = 8$

سهم ۳

۸۲) نیمه‌عمر ماده پرتوزایی ۵ شبانه‌روز است. اگر پس از ۲۰ شبانه‌روز مقدار ۷۵ گرم از آن واپاشی شود پس از چند شبانه‌روز تنها ۲٫۵ گرم از آن باقی می‌ماند؟

۲۰	۱۵
۳۰	۲۵

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \longrightarrow$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{20}{5} = 4$$

$$75 = m_0 - m \Rightarrow \boxed{m = m_0 - 75}$$

$$\frac{m_0 - 75}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 \Rightarrow 16m_0 - 16 \times 75 = m_0$$

$$15m_0 = 16 \times 75 \rightarrow m_0 = \frac{16 \times 75}{15}$$

$$\boxed{m_0 = 80\ gr}$$

$$\frac{2{,}5}{80} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \longrightarrow \frac{1}{32} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \boxed{n = 5}$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow t = 5 \times 5 = \boxed{25}$$

---

۹۶) از تعداد هسته‌های اولیه مساوی دو عنصر پرتوزای A و B پس از گذشت زمان Δt، تعداد هسته‌های باقی‌مانده عنصر A، ۴ برابر هسته‌های باقی‌مانده عنصر B است. اگر تعداد نیمه‌عمرهای عنصر A و B در مدت زمان Δt به ترتیب n_A و n_B باشد کدام یک از موارد زیر درست است؟

$$N_{0A} = N_{0B}$$

$$N_A = 4N_B$$

$$\frac{N_{0A}}{2^{n_A}} = 4\,\frac{N_{0B}}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{n_A} \times 2^2 = 2^{n_B}$$

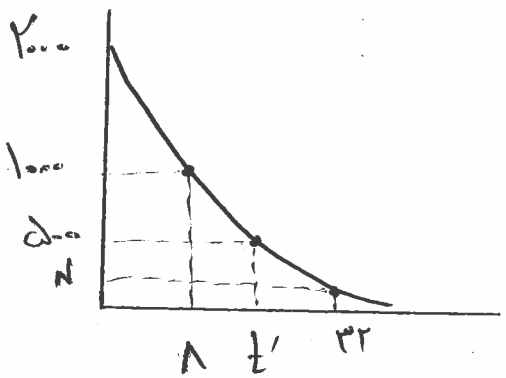
$$n_A + 2 = n_B \rightarrow \boxed{n_B - n_A = 2}$$

$n_B - n_A = 4$	$n_A - n_B = 4$
$n_B - n_A = 2$	$n_A - n_B = 2$

تست نمودارهای نیمه عمر:

۸۹) نمودار رو به رو مربوط به $_{53}I^{131}$ پرتوزا است. N و t' به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۱۲۵ و ۱۶	۲۵۰ و ۱۶
۱۷۵ و ۲۴	۲۰۰ و ۲۴



$N_0 = 2000 \xrightarrow{۸ \text{ روز}} 1000 \longrightarrow T_{\frac{1}{2}} = ۸$ روز

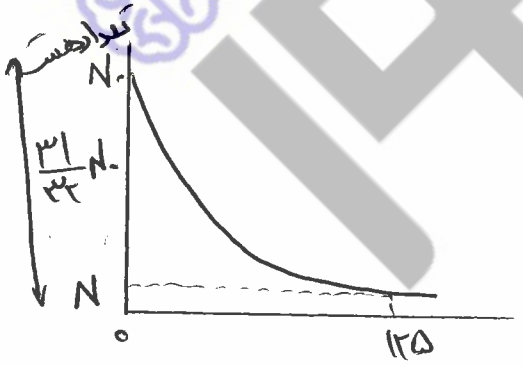
$1000 \xrightarrow{2\times 8} 500 \longrightarrow$ ۱۲ روز $\longrightarrow t'$

۴ تا نیمه عمر $\longrightarrow 4 \times 8 = 32$

$2000 \longrightarrow 1000 \longrightarrow 500 \longrightarrow 250 \longrightarrow$ ۱۲۵ بعد ۴ بار نصف کن

۹۰) نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا برحسب زمان به صورت شکل مقابل است. این ماده چند روز است؟

۲۵	۵
۶۲٫۵	۵۰



$N_0 - N = \frac{31}{32} N_0$

$N = \frac{1}{32} N_0$

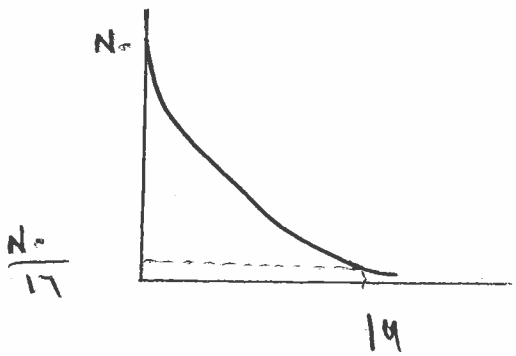
$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{32} \longrightarrow n = 5$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 5 = \frac{125}{T}$

$\longrightarrow T = 25$

۹۷خ نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. پس از گذشت ۸ روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌مانند؟

۵۰	۸۷٫۵
۱۲٫۵	۲۵



$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} = (\frac{1}{2})^n$

$\Rightarrow n = 4$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{16}{T}$

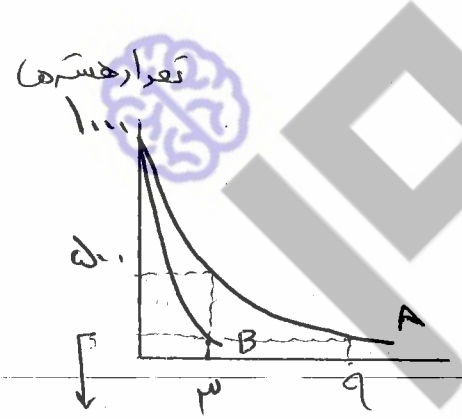
$\rightarrow T = 4$ روز

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{8}{4} = 2$

$\frac{N}{N_0} = (\frac{1}{2})^n = \frac{1}{4} = 25\%$

۹۵ نمودار تعداد هسته‌های ۲ ماده پرتوزا A و B برحسب زمان مطابق شکل روبرو است. پس از چند روز $\frac{1}{32}$ هسته‌های آن (B) فعال باقی می‌ماند؟

۴	۳
۶	⑤



۳ روز ← نیم‌عمر A

۳ بار نصف کن ← ۳ نیم‌عمر ← ۹ روز

۱۰۰۰ → ۵۰۰ → ۲۵۰ → ۱۲۵

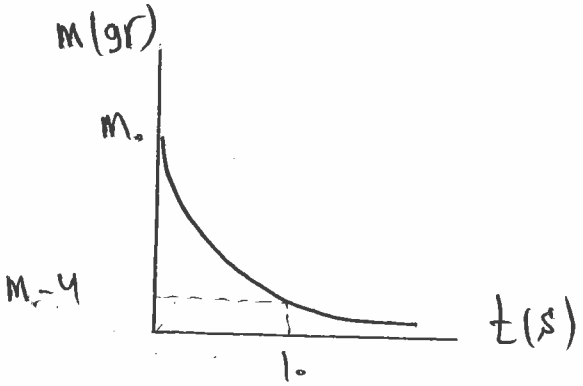
(B) $\frac{1}{8}$ مانده $1000 \rightarrow 125$ $(\frac{1}{8}) = (\frac{1}{2})^3 \rightarrow n = 3$ نیم‌عمر

B نیم‌عمر $3 = 3 \rightarrow$ نیم‌عمر B $= 1$

$\frac{1}{32} = (\frac{1}{2})^5 \rightarrow$ ۵ روز

$n = \frac{t}{T} \rightarrow 5 = \frac{t}{1} \rightarrow t = 5$

نمودار واپاشی یک عنصر رادیواکتیو با نیمه عمر ۵ ثانیه در شکل زیر دیده می‌شود. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه جرم این عنصر یک گرم است؟



۱۰	۵
۲۰	۱۵

$n = \frac{10}{5} = 2 \rightarrow \frac{N}{N_0} = (\frac{1}{2})^2$

$m = \frac{m_0}{4}$

$m_0 - 9 = \frac{m_0}{4} \rightarrow 4m_0 - 36 = m_0 \rightarrow 3m_0 = 36$

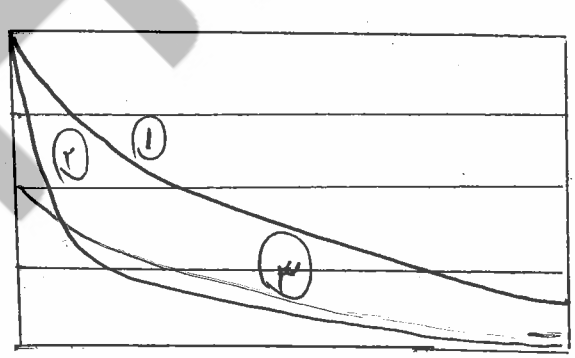
$m_0 = 8gr$

$8 \rightarrow 1 \rightarrow (\frac{1}{8}) \rightarrow \frac{1}{2^n} = 1 \rightarrow n = 3$

$t = 3 \times 5 = 15$

مثال (تمرین کتاب) **

شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای ۳ نمونه را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمه عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.



$T_2 < T_1$ نیمه عمر کوتاه باعث زودتر کم شدن می‌شود

$T_3 < T_1$

$T_2 < T_3$

$\Rightarrow T_2 < T_3 < T_1$

ریاضی ۱۴۰۰ : دانشمندی به یک نمونه زغال قدیمی اشاره می کند و ادعا می کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۳۰ سال است)

۳,۱۴	۱,۵۶
۱۲,۵	۶,۲۵

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{۲۲۹۲۰}{۵۷۳۰} = ۴$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{۱}{(۲)^۴} = \frac{۱}{۱۶} \times ۱۰۰ = ۶,۲۵\%$$

ریاضی ۱۴۰۰ خ : هسته $^{۲۳۴}_{۹۰}Th$ واپاشی β^- انجام می دهد. عدد اتمی هسته حاصل چند برابر عدد نوترونی آن است؟

۸۹	۹۱
۱۴۵	۱۴۴
۹۱	۸۹
۱۴۳	۱۴۴

$$^{۲۳۴}_{۹۰}Th \rightarrow {}^{۲۳۴}_{۹۱}X + {}^{۰}_{-۱}\beta \qquad Z = ۹۱$$

$$N = ۲۳۴ - ۹۱ = ۱۴۳$$

یکاهای انرژی و یکاهای طول در فیزیک اتمی :

انرژی ← الکترون-ولت ← $1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$

طول ←
- میکرومتر (میکرون) ← $1\mu m = 10^{-6} m$
- نانومتر ← $1nm = 10^{-9} m$
- آنگستروم ← $1\mathring{A} = 10^{-10} m$

نظریهٔ پلانک : انرژی کمیتی کوانتومی است. فرکانس نور X ثابت پلانک = انرژی یک کوانتوم نور

$E = hf \rightarrow \frac{1}{s}$
$J \leftarrow h \rightarrow 6,6 \times 10^{-34}\ J.s$

h : ثابت پلانک

فوتون : کوانتوم‌های سازندهٔ نور را فوتون گویند. در توجیه پدیده‌های میکروسکوپیک که نور در آن دخالت دارد گاهی مجبوریم سهم نور را مستقل از بسته‌های انرژی بدانیم که آن‌ها را فوتون می‌نامند.

انرژی هر فوتون از رابطهٔ پلانک بدست می‌آید.

$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$
$h = 6,63 \times 10^{-34}\ J.s$

انرژی یک دسته فوتون عبارت است از :

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

(۹۳) : کدام ضریب ثابت پلانک $h = 6,63 \times 10^{-34}\ J.s$ باشد این ضریب چند الکترون ولت ثانیه است؟ $e = 1,6 \times 10^{-19} C$

$J.s \div 1,6\times10^{-19} \longrightarrow eV.s$

$$h = 4,4\times10^{-34} \times \frac{1}{1,6\times10^{-19}}\, eV.s = \frac{33}{8}\times10^{-15}\, eV.s$$

---

(۹۵) انرژی فوتونی ۲Kev است. طول موج وابسته به این فوتون چند نانومتر است؟

$h = 4\times10^{-15}\ eV.s$ ، $c = 3\times10^{5}\ \frac{Km}{s}$

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

نکته: اگر h برحسب ژول باشد ← E برحسب ژول

اگر h برحسب الکترون ولت باشد ← E (eV)

$$E = h\frac{c}{\lambda} \Longrightarrow 2000\ eV = 4\times10^{-15}\ eV.s \times \frac{3\times10^{8}\ \frac{m}{s}}{\lambda}$$

$$\Longrightarrow \lambda = \frac{12\times10^{-7}}{2\times10^{3}} = 6\times10^{-10}\times10^{9} = 6\times10^{-1}\,nm$$

$$= 0.6\,nm$$

---

(۹۶) بسامد یک فرستنده رادیویی ۷۵ مگاهرتز و توان تشعشع آنتن آن $4,8\times10^{4}$ وات است

در هر ثانیه چند فوتون از این آنتن گسیل می‌شود؟

$e = 1,6\times10^{-19}\ C$

$h = 4\times10^{-15}\ eV.s$

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P.t$$

$$E = nhf$$

$$\Longrightarrow \underbrace{P.t}_{\text{ژول}} = nhf \Rightarrow 4,8\times10^{4} = n\times4\times10^{-15}\times1,6\times10^{-19}\times75\times10^{6}$$

$$\Longrightarrow n = \frac{4,8\times10^{4}}{4\times1,6\times75\times10^{-28}} = 10^{20}$$

ریاضی ۹۸: یک لامپ ۲۰۰ واتی، نور بنفش با طول موج ۴۰۰nm گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر نور زرد با طول موج ۶۰۰nm گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌کند چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

۲	۱
۳/۲	۲/۳

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

$$E_1 = P_1 t_1 \Longrightarrow E_1 = E_2$$
$$E_2 = P_2 t_2$$

$$n_1 h\frac{c}{\lambda_1} = n_2 h\frac{c}{\lambda_2}$$

$$\frac{n_1}{\lambda_1} = \frac{n_2}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{n_1}{400} = \frac{n_2}{600} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{600}{400} = \frac{3}{2}$$

(n_1: بنفش، n_2: زرد)

کتاب: یک چشمه نور سدیم با توان ۱۰۰ وات، فوتون‌های با طول موج ۶۰۰nm گسیل می‌کند.

الف) انرژی هر فوتون بر حسب الکترون ولت محاسبه کنید. **ب)** چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمه نور گسیل می‌شود؟

$c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$ $\quad h = 4\times10^{-15}\ eVs$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4\times10^{-15}\times 3\times10^8}{600\times10^{-9}} = \frac{12\times10^{-7}}{6\times10^{-7}} = 2\,eV$$

ب) انرژی کل $E = n_0 E_1 \rightarrow$ انرژی یک فوتون

$$P_0 t = n_0 E_1 \Longrightarrow 100\times1 = n\times 2\times1.6\times10^{-19}$$

$$n = \frac{100}{3.2\times10^{-19}} = 3.125\times10^{20}$$

سوال : با افزایش شدت نور طبق نظریه کلاسیکی چه اتفاقی رخ می دهد؟ طبق تئوری کوانتومی چطور؟

تئوری کلاسیک، تئوری ماکسول است که می گوید نور از میدان های الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده است.

$$I \propto E^2 \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow E \uparrow$$

(E: میدان)

کوانتومی: نور از بسته ها تشکیل شده $\Leftarrow$

$$I \uparrow \Rightarrow n \uparrow$$

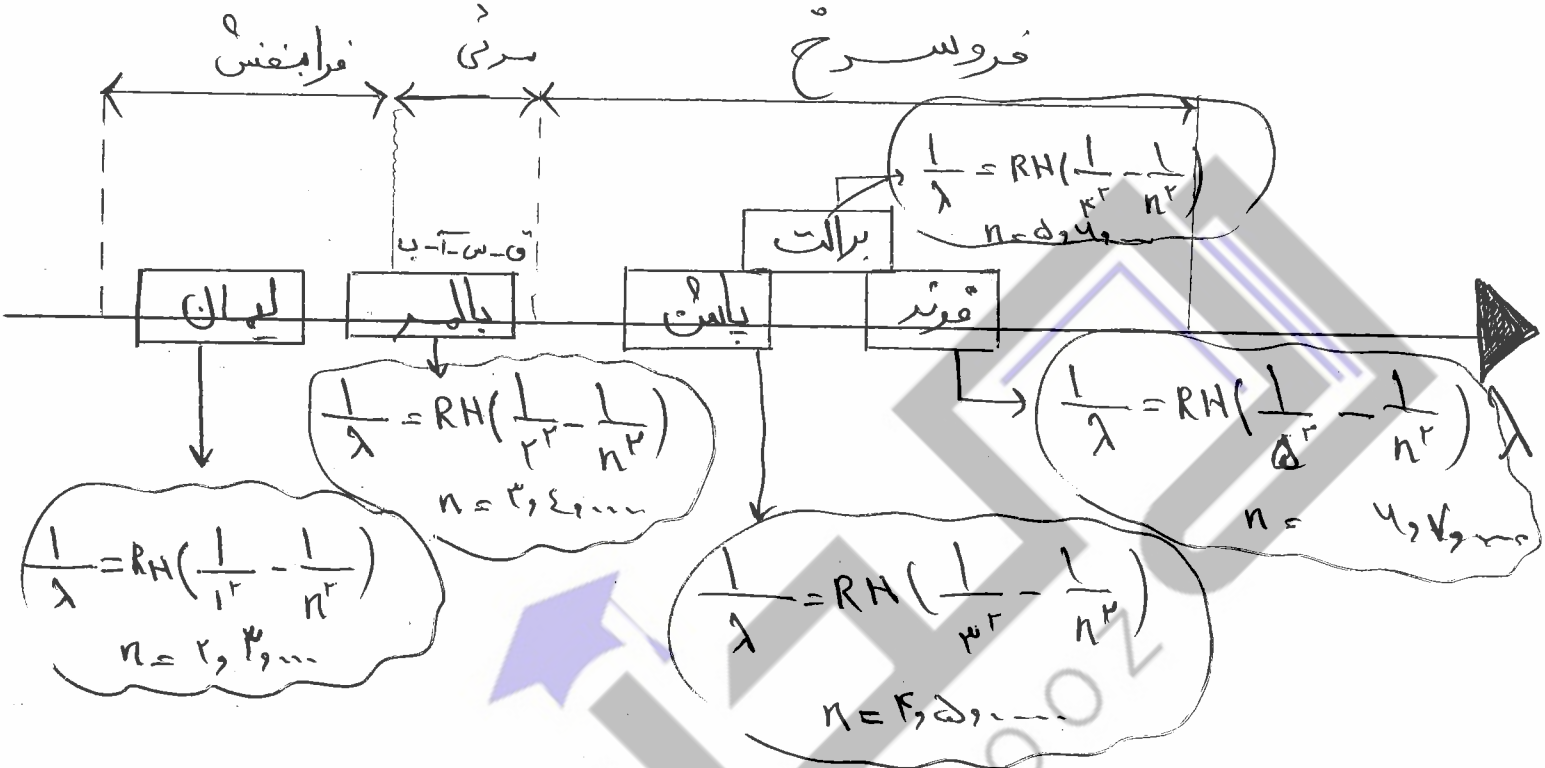
(n: تعداد فوتون ها زیاد می شود)

طیف نشری پیوسته: یک لامپ (خورشید) از خود نور پیوسته منتشر می کند. از جامد ملتهب (درون) بوجود می آید و اگر نور را از منشور عبور دهیم تجزیه می شود و فاصله ای بین رنگ ها وجود ندارد. با فیزیک کلاسیک مشکلی ندارد.

طیف نشری گسسته: لامپ های گازی (گاز ملتهب) از خود نور رنگی منتشر می کنند و با عبور از منشور خطوط تیره و روشن ایجاد می شود. یعنی بین رنگ ها خالی است (تیره). در این طیف عناصر شناسایی می شوند و بیان هر عنصر منحصر به فرد است. (شناسنامه عناصر است)

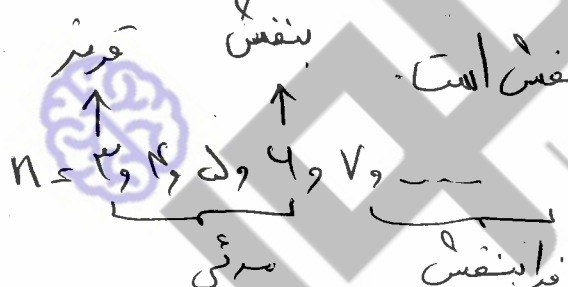
طیف جذبی گسسته: اگر جامد ملتهب نور گاز سرد شود این طیف ایجاد می شود. طیف نشری و جذبی برهم منطبق اند.

رشته‌های طیفی هیدروژن:



به سمت راست بروم طول موج زیادی شود.

بالمر : ۲ خط در ناحیه مرئی دارد و بقیه در ناحیه فرابنفش است.



لیمان کلاً در ناحیه فرابنفش است.

براکت و پفوند و پاشن در ناحیه فروسرخ هستند و همیشه ۳ دارند. آخرین طول موج لیمان (بلندترین) از کوتاه‌ترین طول موج بالمر کوتاه‌تر است.

بالاترین خط پاشن در ناحیه براکت است.

پاشن

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$n = 4, 5, 6, \dots, \infty$

بلندترین و کوتاه‌ترین طول موج هر رشته

بلندترین λ برای کوتاه‌ترین n خواهد بود $\Longrightarrow$ $n=4 \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{144}{7R_H}$

کوتاه‌ترین λ برای $n=\infty$ هست $\Longrightarrow$ $n=\infty \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{R_H}$

بطور کلی $\Longrightarrow$

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

$n = K+1, \dots, \infty$

$n = K+1 \longrightarrow \lambda_{max}$

$n = \infty \longrightarrow \lambda_{min}$

لیمان	۱
بالمر	۲
پاشن	۳
براکت	۴
پفوند	۵

(۹۲) در یاشن اتم هیدروژن، پرتوهای وابسته به رشته پفوند در چه محدوده‌ای از طیف موج‌های الکترومغناطیسی است؟

فروسرخ	مرئی
فرابنفش	مرئی و فرابنفش

بلندترین طول موج رشته براکت چند برابر کوتاه‌ترین طول موج آن است؟

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right) \rightarrow n=5 \Rightarrow \lambda_{max} \Longrightarrow$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25}\right) = R_H\left(\frac{25-16}{400}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{9}{400}\right)$$

$$\rightarrow \lambda_{max} = \frac{400}{9R_H} \qquad \lambda_{min} \Rightarrow n=\infty \rightarrow \lambda_{min} = \frac{16}{R_H}$$

(۸۹) در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n=3$ به $n'=1$ می‌آید فوتون گسیلی مربوط به کدام رشته و در کدام منطقه از طیف مرجع های الکترومغناطیسی است؟

بالمر - فرابنفش	لیمان - مرئی
لیمان - فرابنفش	بالمر - فروسرخ

---

(۹۳) در اتم هیدروژن در کدام یک از رشته های زیر فقط پرتوهای فروسرخ تابش می شود؟

۱) پاشن - براکت - پفوند ✓

۲) بالمر - پاشن - براکت

۳) لیمان - پاشن - براکت

۴) بالمر - براکت - پفوند

---

(۸۳) بالمر گزان تدریجی از هیدروژن از ماه‌های پایین تا ماه‌های بالا ابتدا خط‌های رشته ---- و در نهایت خط‌های رشته ---- ظاهر می شوند.

پفوند - بالمر	لیمان - پفوند
بالمر - پفوند	پفوند - لیمان

---

(۹۱) در اتم هیدروژن الکترون در گذار از n' به n، فوتونی در ناحیه فروسرخ گسیل می کند. n و n' به ترتیب از راست به چپ کدام می توانند باشند؟

۱,۲	۳,۴
۲,۵	۴,۵

(۹۸) در طیف لیمان هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج لیمان چند نانومتر است و این لیمان مربوط به کدام رشته است؟ $R_H = 0.1\ nm^{-1}$

لیمان	بالمر
۱۰۰ و لیمان	۱۰۰ و بالمر
$\frac{۴۰۰}{۳}$ و لیمان	$\frac{۴۰۰}{۳}$ و بالمر

لیمان ⇐ $n=\infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right)$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \rightarrow \lambda = 100\,nm$$

---

(۹۷) در رشته براکت برای اتم هیدروژن در رابطه $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ به ازای $n = m+2$ طول موج کدام خط چند میکرومتر است؟ $R_H = 0.1\ nm^{-1}$

۱٫۴	۱٫۲
۵/۱۱	۲/۱۸۸

$m=4,\ n=6 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.1\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36}\right)$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{9-4}{144}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{5}{100\times144}$$

$$\lambda = \frac{100\times144}{5} = 20\times144\times10^{-3} = 2.880$$

---

(۹۹) در اتم هیدروژن الکترون در مدار n قرار دارد. اگر این الکترون به مدار $n'=3$ برود فوتونی با طول موج $1200\,nm$ گسیل می‌کند n کدام است؟ $R_H = 0.1\ nm^{-1}$

۵/۴
۷/۶

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{10}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} - \frac{1}{12} = \frac{12-9}{12\times9}$$

$$\frac{1}{n^2} = \frac{3}{12\times9} \rightarrow n^2 = 36 \rightarrow n = 6$$

۹۹خ در اتم هیدروژن محدوده تقریبی طول موج های رشته پاشن ($n'=3$) برحسب میکرومتر کدام است؟

$R = 0.1\ (nm)^{-1}$

۲ تا ۰.۹	۴.۴ تا ۰.۹
۲ تا ۱.۶	۴.۴ تا ۱.۶

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$n=4 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{144 \times 100}{7} \times 10^{-3}$$

$n=\infty$

$$\lambda = \frac{144}{70} \cong 2$$

$$n=\infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{\infty}\right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9}\right)$$

$$\lambda = 900 \times 10^{-3} = 0.9\ \mu m$$

۹۰خ در اتم هیدروژن کوتاه ترین و بلندترین طول موجی که در رشته پاشن ($n'=3$) گسیل می شوند به ترتیب چند نانومتر هستند و در چه ناحیه ای از طیف موج های الکترومغناطیسی قرار دارند؟ $R = 0.1\ nm^{-1}$

۴۰۰ و ۷۲۰ ـ مرئی و فروسرخ	۹۰۰ و ۲۰۵۷، فروسرخ
۴۰۰۰ و ۷۲۰۰ ـ مرئی و فروسرخ	۹۰۰۰ و ۲۰۵۷۰ ـ فروسرخ

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda = 900\ nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{144 \times 100}{7} = 2057\ nm$$

---

۹۲ بلندترین طول موجی که جذب اتم هیدروژن در حالت پایه می شود چند نانومتر است؟ $R = 0.1\ nm^{-1}$

الکترون در حالت پایه $n'=1$

۱۰۰	۲۵
$\frac{400}{3}$	$\frac{100}{3}$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right)$$

$$\lambda = \frac{400}{3}\ nm$$

۹۴) بلندترین طول موج نور مرئی اتم هیدروژن چند نانومتر است؟

$R = 0.1\ nm^{-1}$

بالمر

۵۵۰	۴۵۰
۸۰۰	۷۲۰

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \longrightarrow \lambda = \frac{9 \times 4 \times 100}{5} = 720$$

---

۹۶) در اتم هیدروژن الکترون از مدار n به n' می‌رود و نوری با بسامد $542.5\ THz$ تابش می‌کند. n و n' به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

$c = 3 \times 10^8\ \frac{m}{s}$

$R = 0.1\ nm^{-1}$

۱٫۳	۱٫۲
۳٫۵	(۲٫۴)

$$f = 542.5 \times 10^{12}\ Hz$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{542.5 \times 10^{12}} \simeq 553 \times 10^{-9}\ m$$

$$\lambda \simeq 553\ nm$$

$200\ nm < \lambda < 750\ nm$ (مرئی)

بالمر $\rightarrow$

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

$$\frac{1}{553} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow n^2 = 16 \rightarrow n = 4$$

---

۹۵) در اتم هیدروژن الکترون از مدار n به n' رفته و فوتونی با طول موج $112.5\ nm$ گسیل می‌کند. n و n' به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

$R = 0.1\ nm^{-1}$

۱٫۴	(۱٫۳)
۲٫۴	۲٫۳

$\lambda < 200\ nm$ فرابنفش

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{100}{112.5} = 1 - \frac{1}{n^2}$$

$$\frac{1}{n^2} = 1 - \frac{100}{112.5} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{12.5}{112.5} \rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} \rightarrow n = 3$$

۹۹ ریاضی خ اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن $n'=3$ چند نانومتر است؟ $R_H = 0.1\,nm^{-1}$

$n'=3$ ، $n=5,6$

$\frac{825}{8}$	150
$\frac{825}{4}$	300

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{9\times 25\times 100}{16} = \frac{5625}{4}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{36\times 9\times 100}{27} = 1200 = \frac{4800}{4}$$

$$\frac{5625}{4} - \frac{4800}{4} = \frac{825}{4}$$

ریاضی ۹۹: طول موج پنجمین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n'=2$) تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گستره طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ $R_H = 0.11\,(nm)^{-1}$

$n=7$

۴۳۳ ـ فرابنفش	۴۳۳ ـ سبز
۳۹۶ ـ فروسرخ	۳۹۶ ـ فرابنفش

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{0.11}{0.11}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{7^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000}\left(\frac{49-4}{49\times 4}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{11}{1000} \times \frac{45}{49\times 4} \rightarrow \lambda = \frac{1000\times 49\times 4}{45\times 11}$$

$$\lambda = 395.95 \simeq 396$$

ریاضی ۱۴۰۰: در اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n'=2$) بلندترین طول موج کدام رشته چند نانومتر بیش‌تر از کوتاه‌ترین موج این رشته است؟

$R = 0.1\ nm^{-1}$

۳۲۰	۲۴۰
۵۰۰	۴۰۰

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{100 \times 36}{5} = 720\ nm \Longrightarrow \Delta\lambda = 320\ nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) \rightarrow \lambda = 400\ nm$$

تجربی ۱۴۰۰: در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $\frac{8}{3} \times 10^{15}\ Hz$ است؟

$c = 3 \times 10^8$

$R = 0.1\ nm^{-1}$

۲	۱
۴	۳

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{8}{3} \times 10^{15}} = \frac{9}{8} \times 10^{-7} = \frac{900}{8}\ nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2}\right) \Longrightarrow \frac{8}{900} = \frac{1}{100}\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{8}{9} = 1 - \frac{1}{n^2} \rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} \rightarrow n = 3$$

تجربی خ ۱۴۰۰: بسامد سومین خط طیفی اتم هیدروژن در کدام رشته $2.5 \times 10^{14}\ Hz$ است؟

$R = 0.1\ nm^{-1}$, $c = 3 \times 10^8\ m/s$

پاشن $n'=3$	براکت $n'=4$
پفوند $n'=5$	بالمر $n'=2$

۳۵

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow 2{,}5\times10^{14} = \frac{3\times10^{8}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{3\times10^{8}}{2{,}5\times10^{14}}$$

$$\lambda = \frac{4}{5}\times10^{-6} = 1{,}2\times10^{-6}\ m = 1200\ nm$$

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+3)^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+3)^2}$$

پاسخ $\boxed{n=3}$

hodamooz

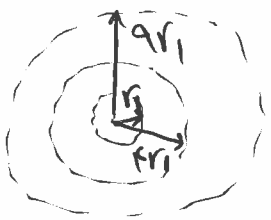
hodamooz

اشکال های مدل رادرفورد: ① عدم توجیه پایداری ② عدم توجیه طیف گسسته

اتم بوهر: (برای اتم هیدروژن): همان اصل رادرفورد بعلاوه ۳ موضوع اصلی دیگر

① مدارهای کوانتیده: دور هسته مدارهایی با شعاع خاص وجود دارند.

$r_n = n^2 r_1$



$r_n = 0.0 n^2$ → شعاع بر

افزایش شماره تراز باعث افزایش فاصله هندسی ترازها می گردد.

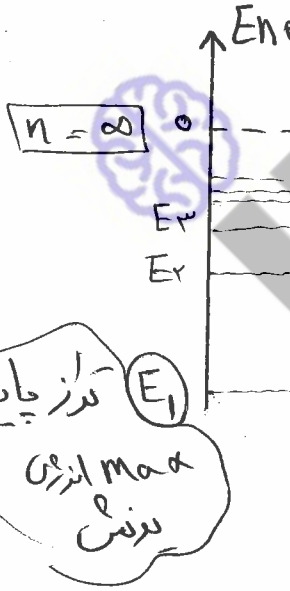
r_1 $4r_1$ $9r_1$ $16r_1$

$3r_1$ $5r_1$

$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ → $n = 1, 2, 3, \ldots$

انرژی الکترون در تراز nام

انرژی ریدبرگ $E_R = 13.6 ev$



$n = 1 \rightarrow E_1 = -E_R$

$n = 2 \rightarrow E_2 = -\frac{E_R}{4}$

$n = 3 \rightarrow E_3 = -\frac{E_R}{9}$

* فاصله انرژی ترازها (نه فاصله ترازها) بهم نزدیک می شود.

* شماره تراز زیاد شود انرژی یونش کم می شود.

* انرژی یونش: کمترین انرژی است که باید به یک اتم بدهیم تا یک الکترون از آن کنده شود.

$n = \infty$ یعنی الکترون نسبت به هسته بیشترین فاصله را دارد یعنی دیگر شعاعش بهسته نیست

$E = -\frac{E_R}{n^2}$

با افزایش شماره تراز داریم: ① انرژی الکترون افزایش می‌یابد. ② قدر مطلق انرژی الکترون کاهش می‌یابد. ③ فاصله هندسی ترازها زیاد می‌شود ④ فاصله انرژی ترازها کم می‌شود

$-13.6 \longrightarrow 0$

---

(۹۳) در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=3$ می‌رود در این انتقال، شعاع مدار و انرژی الکترون نسبت به حالت قبل به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

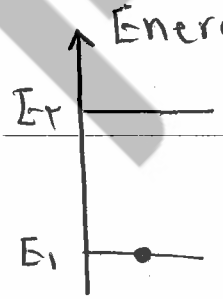
$r_n = n^2 r_1 \longrightarrow$ $3^2 =$ ۹ برابر (۹،۲،۱)

$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \longrightarrow E_3 = -\frac{E_R}{9}$ $\frac{E_1}{9}$

(۹۸ تجربی): در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر ΔE و بین ترازهای ۲ و ۴ برابر $\Delta E'$ باشد نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ کدام است؟

۳۵/۸	۲۵/۶
۳/۹۸	۱

$$\frac{\Delta E}{\Delta E'} = \frac{E_3 - E_1}{E_4 - E_2} = \frac{1 - \frac{1}{9}}{\frac{1}{16} - \frac{1}{36}} = \frac{\frac{8}{9}}{\frac{5}{144}} = \frac{128}{5} = \frac{2560}{100} = 25.6$$



نیلس بایس:

$$E_2 - E_1 = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

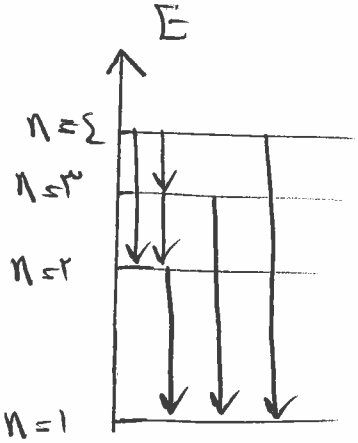
$$\uparrow \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \downarrow$$

④ هرچقدر اختلاف ۲ تراز زیادتر باشد، فرکانس زیادتر است و طول موج کمتر است.

$\uparrow \Delta E \leftarrow$ طول موج کوتاه‌تر

تعداد فوتون‌های غیرتکراری:

فرض کنید الکترون در تراز چهارم باشد به چند حالت پایین می‌آید؟



حالت

تعداد فوتون‌های غیرتکراری $\longrightarrow N = \frac{n(n-1)}{2}$

مثال: در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n=5$ قرار دارد با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، آن‌ها اتم به حالت پایه برود امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

۶	۵
۲۰	۱۰

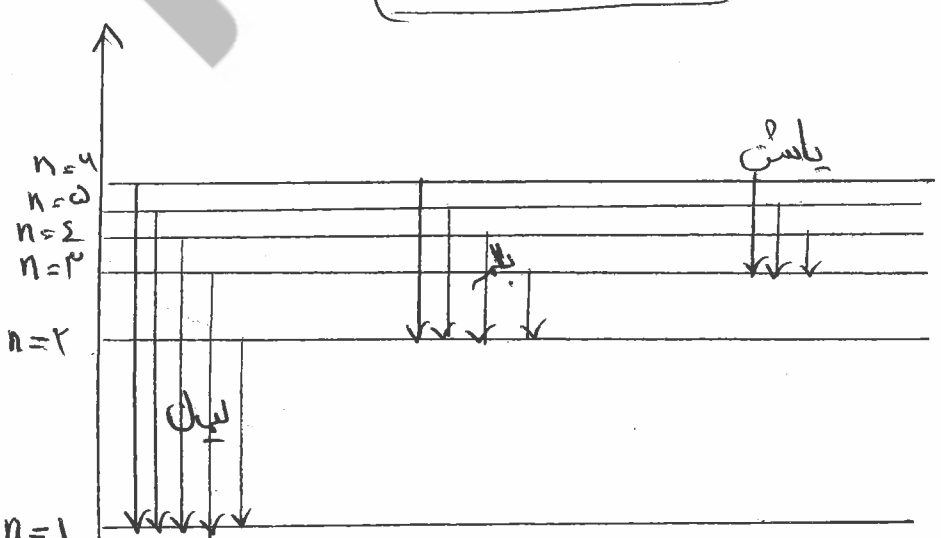
$$N = \frac{5(4)}{2} = 10$$

مفهوم رشته‌های طیفی:

ثابت ریدبرگ برابر است با

$$R_H = \frac{E_R}{hc}$$

رشته‌های طیفی هیدروژن



(۹۱) در اتم هیدروژن الکترون در گذار از n به n' فوتونی در ناحیه نور مرئی گسیل می‌کند. n' و n به ترتیب از راست به چپ کدام می‌توانند باشند؟

۳٫۴	۱٫۲
۴٫۵	(۲٫۵)

نور مرئی ← بالمر ← از $n=2$

خ (۹۱) در اتم هیدروژن، الکترون در تراز $n=1$ قرار دارد و شعاع مدارش r_1 است. این الکترون با کسب انرژی مناسب به کدام مدار برود تا شعاع مدارش $16r_1$ شود؟ و گذار از آن مدار مستقیماً به مدار $n=1$ برود پرتو گسیل شده مربوط به کدام رشته است؟

$$r_n = n^2 r_1 \Rightarrow 16r_1 = n^2 r_1 \rightarrow n^2 = 16 \rightarrow n = 4$$

۴ به ۱ ← لیمان (فرابنفش)

خ (۹۶) در اتم هیدروژن الکترون از تراز n که انرژی آن $-\frac{1}{16}E_R$ است به تراز n' انتقال یابد و فوتونی با طول موج $\frac{1600}{15}$ نانومتر تابش شود n' و n به ترتیب کدام است؟ $R_H = 0.1\,nm^{-1}$

۱٫۴	۱٫۳
۲٫۵	۲٫۴

$$-\frac{1}{16}E_R \rightarrow n^2 = 16 \rightarrow n = 4$$

مرئی ← $400 < \lambda < 700$

۱ و ۴ ← فرابنفش ← $\lambda = \frac{1600}{15} = 106$

تجسم

(١٩) شکل روبرو تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد کدام گذار می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج ۶۶۰nm منجر شود!

$c = 3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$

$h = 4\times10^{-15}\ ev.s$

۱ به ۳	۲ به ۳
۱ به ۴	۲ به ۴

0 ev

-۱٫۵۱ ev

-۳٫۳۹ ev

-۱۳٫۶ ev

$400 < 660nm < 700$

نور مرئی ← بالمر ← فرود به ۲

لذا فرود به ۳ (۳٫۳۹)

$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \Delta E = \frac{4\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{660\times10^{-9}} = 1.81\ ev$

$-1.51 - (-3.39) = 1.81$

---

(٩٤) در اتم هیدروژن الکترون در تراز n قرار دارد و انرژی بستگی آن ۰٫۸۵ ev است انرژی لازم برای آن که این الکترون را به تراز n+1 ببرد، چند الکترون ولت است؟

$E_R = 13.6\ ev$

$E = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow -0.85 = -\frac{13.6}{n^2}$

$\longrightarrow n^2 = 16 \longrightarrow n = 4$

$\Delta E = ?$ $\quad 4 \longrightarrow 5$

$E_5 = -\frac{13.6}{25} = -\frac{13.6\times4}{25\times4}$ $\quad \frac{54.4}{100} = 0.544$

$\Delta E = 0.544 - 0.85 = -0.306\ ev$

خ ۹۸ در طیف های مربوط به اتم هیدروژن بلندترین طول موج مربوط به رشته بالمر تقریباً چند نانومتر است؟

$hc = 1240\ eV.nm \qquad E_R = 13.6\ eV$

۴۶۰	۴۵۴
۷۶۰	۶۵۶

بالمر ← فرود به ۲

بلندترین طول موج ← $n=3$

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

$$R_H = \frac{E_R}{hc} = \frac{13.6}{1240} =$$

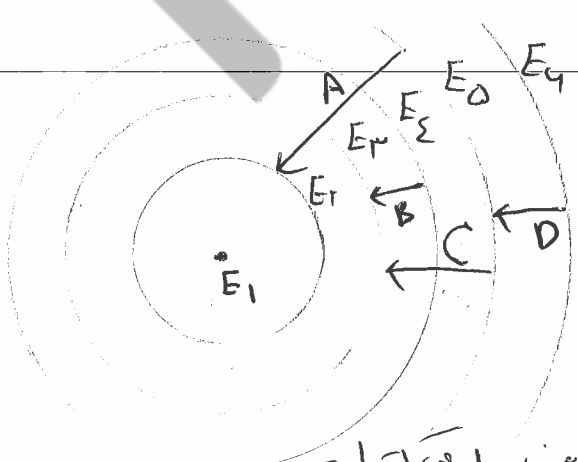
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{13.6}{1240}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$\lambda = \frac{1240 \times 36}{13.6 \times 5} = \frac{1240 \times 36 \times 10}{136 \times 5} = \frac{1240 \times 72}{136} \simeq 9$$

$$9 \times 72 \simeq 648 \simeq 656\ nm$$

خ ۹۴ شکل روبرو مدارهای الکترون در الگوی بور را برای اتم هیدروژن نشان می‌دهد. طول موج فیلی کدام فلز بلندتر است؟

B	A
D	C



$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

طول موج بیشتر ← انرژی کمتر

A → ۶

C → ۵

B →

✓ D → ۲

هرچقدر دور شدیم فاصله انرژی کمتر است

$\lambda_A < \lambda_C < \lambda_B < \lambda_D$

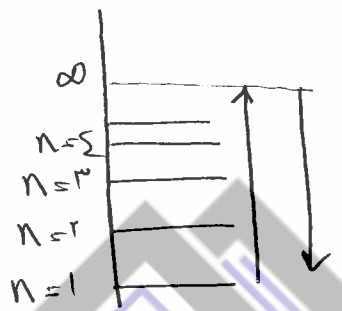
خ ۹۷ : یک اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. بیشترین طول موجی که بتواند این اتم را یونیزه کند چند نانومتر است؟

۲۰۰	۱۰۰
۶۰۰	۵۰۰

$R_H = 0.1\ nm^{-1}$

$n=1 \longrightarrow$ حالت پایه

الکترون به خارج اتم برود $\longrightarrow$ یونیزه



$1 \longrightarrow \infty$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) \longrightarrow \boxed{\lambda = 100\,nm}$$

خ ۲۰۰ تجربی در اتم هیدروژن الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع $2r$ می‌رود و فوتونی با انرژی $2{,}55\,eV$ گسیل می‌کند. $2r-r$ چند برابر شعاع بور (a_0) است؟ $E_R = 13{,}6\,eV$

۵	۲
(۱۲)	۸

$E_1 = -13{,}6$

$E_2 = -3{,}4$

$E_3 = -1{,}5$

$E_4 = -0{,}85$

$E_4 - E_2 = 2{,}55 \Rightarrow r_n = n^2 a_0$

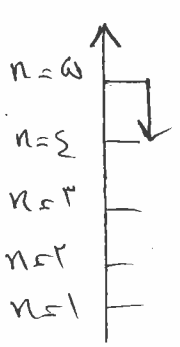
$r_4 = 16a_0$

$r_2 = 4a_0$ $\longrightarrow$ $12a_0$

تجربی ۱۴۰۰ الکترون اتم هیدروژن در تراز $n=5$ قرار دارد. با برگشتن تمام گذارهای ممکن کم‌انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند بسامد چند تراهرتز است؟ $h = 4\times10^{-15}\ eV.s$

۲۵/۵	(۷۶/۵)
۱۷۰	۳۲۴

$E_R = 13{,}6\,eV$



$E_5 - E_4 = hf$

$E_R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25}\right) = hf$

$13{,}6 \times \frac{9}{400} = 4\times10^{-15} f \Rightarrow f = \frac{13{,}6\times9}{400\times4\times10^{-15}}$

۴۳

$$f = \frac{۱۳۶ \times ۹}{۱۶} = \frac{۱۷}{۲} \times ۹ = ۱۷ \times ۴/۵ = ۷۶/۵$$

ریاضی ۱۴۰۰ الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای این که الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند چند ژول است؟

$E_R = ۱۳/۶ \text{ eV}$

$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \text{ C}$

$۳/۱۲۶ \times ۱۰^{-۱۸} \mid ۱/۴۳۲ \times ۱۰^{-۱۸}$

$۵/۴۴ \times ۱۰^{-۱۹} \mid ۴/۷۲ \times ۱۰^{-۱۹}$

$$E = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow$$

حالت پایه $\rightarrow n = ۱$

$\rightarrow n = ۲$

$$\Delta E = E_R \left(\frac{۱}{n_۱^۲} - \frac{۱}{n_۲^۲}\right) = ۱۳/۶ \left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}\right) \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$= ۱۳/۶ \times \frac{۳}{۴} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$= ۱/۴۳۲ \times ۱۰^{-۱۸} \text{ J}$$

ریاضی ۱۴۰۰ خ اتم هیدروژن انرژی الکترون از $-۰/۸۵ \text{ eV}$ با $-۰/۵۴ \text{ eV}$ رسیده است. در این حالت الکترون از K امین حالت برانگیخته اتم به L امین حالت برانگیخته اتم رسیده است. K و L کدام‌اند؟

$E_R = ۱۳/۶ \text{ eV}$

$۵/۴ \mid ۴/۵$

$۳/۴ \mid (۴/۳)$

$n = ۱ \rightarrow E_۱ = -۱۳/۶$

$n = ۲ \rightarrow E_۲ = -۳/۴$

$n = ۳ \rightarrow E_۳ = -۱/۵$

$n = ۴ \rightarrow E_۴ = -۰/۸۵$

$n = ۵ \rightarrow E_۵ = -۰/۵۴$

$n = ۴$ به $n = ۵$

اولین حالت برانگیخته — چهارمین حالت برانگیخته

۱۴۰۰ خ: انرژی فوتون A، ۲٫۵ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $9\times10^{14}\ Hz$ باشد، طول موج فوتون A چند میکرومتر است؟ $c=3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$

۲۰۰	۳۰۰
۰٫۲	۰٫۳

$$E=hf \rightarrow E_A=2{,}5E_B$$

$$f_A=2{,}5f_B$$

$$f_A-f_B=9\times10^{14} \Rightarrow 2{,}5f_B-f_B=9\times10^{14}$$

$$1{,}5f_B=9\times10^{14} \Rightarrow f_B=6\times10^{14}$$

$$f_A=15\times10^{14}$$

$$f_A=\frac{c}{\lambda_A} \Rightarrow \lambda_A=\frac{c}{f_A}=\frac{3\times10^{8}}{15\times10^{14}}\times10^{6}$$

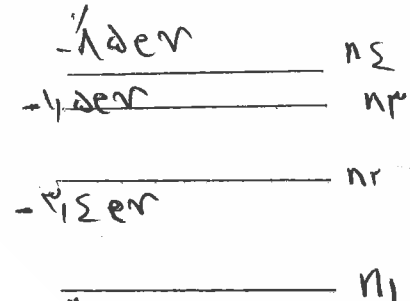
$$\lambda_A=\frac{3}{15}\mu m=\frac{1}{5}\mu m=0{,}2\mu m$$

۱۴۰۰ ر-خ: شکل زیر تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین ۲ تراز می‌تواند به تولید فوتونی با بسامد $4{,}575\times10^{14}\ Hz$ منجر شود؟ $h=4\times10^{-15}\ eV.s$

n_1 به n_2	n_2 به n_3
n_1 به n_4	n_2 به n_4

$$hf=4\times10^{-15}\times4{,}575\times10^{14}=1{,}9\ eV$$

$$E_3-E_2=1{,}9$$



اشکال‌های مدل بوهر :

مدل بور را برای اتم‌های هیدروژن گونه نیز می‌توان بکار برد. اتم هیدروژن گونه به اتم‌هایی گفته می‌شود که تنها یک الکترون دارند. اما این مدل نارسایی‌هایی نیز دارد. ۲ مورد از آن‌ها عبارتند از:

۱) عدم توجیه اتم‌های ۲ الکترونی و بزرگتر

۲) عدم توجیه شکافت پرتوها (شدت خط‌های طیف گسیلی)

---

۹۸ کدام یک از موارد زیر با مدل کلاسیک قابل توجیه نیستند؟

۱) مکانیک نیوتنی ✓ و پدیده فوتوالکتریک ✗

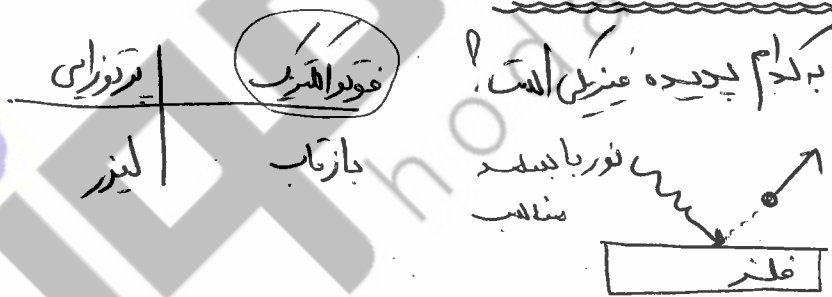
۲) پدیده فوتوالکتریک ✗ و طیف خطی ✗ ✓

۳) لیزر و تفرق الکترون ✗ و مدل ماکسول

۴) تفرق الکترون و طیف خطی

---

۹۸ خ شکل زیر مربوط به کدام پدیده فیزیکی است؟



۱۴۰۰ کدام یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن گونه 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 ✓

تجربی ۱۴۰۱ : در اتم هیدروژن انرژی الکترون در دومین حالت برانگیخته چند برابر انرژی الکترون در حالت پایه است؟

$\frac{1}{3^2}$	$\frac{1}{2^2}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{4}$

$n=3$ دومین حالت , $n=2$ اولین حالت برانگیخته

$n=1$ حالت پایه

$$E = -\frac{\frac{E}{R}}{n^2}$$

$$E_1 = -\frac{ER}{1^2} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{9}}$$

$$E_3 = -\frac{ER}{3^2}$$

تجربی ۱۴۰۱ : در اتم هیدروژن کدام لزار منجر به نشر فوتونی با بسامد $2,25\times10^{15}\ Hz$ می‌شود؟

$c = 3\times10^8\ \frac{m}{s}$ $\quad R = \frac{1}{100}(nm)^{-1}$

$n'=1$ به $n=2$	$n'=1$ به $n=3$
$n'=2$ به $n=4$	$n'=2$ به $n=5$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{\frac{9}{4}\times10^{15}} = \frac{12}{9}\times10^{-7}\times10^9 = \frac{1200}{9} = \frac{400}{3}\ nm$$

$400 < \lambda < 700$ ← فرابنفش — سری لیمان $n'=1$ → فروسرخ

$$\frac{1}{\frac{400}{3}} = \frac{1}{100}\left(1-\frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{3}{4} = 1-\frac{1}{n^2}$$

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{4} \rightarrow \boxed{n=2}$$

تجربی ۱۴۰۱ : طول موج دومین خط طیف رشته براکت $(n'=4)$ چند برابر طول موج چهارمین خط طیف رشته بالمر $(n'=2)$ است؟

4	8
$\frac{72}{5}$	$\frac{32}{5}$

$n'=4$ دومین $\rightarrow$ $n=6$

$n'=2$ چهارمین $\rightarrow$ $n=6$

$$\frac{\frac{1}{\lambda}R_H\left(\frac{1}{6^2}-\frac{1}{4^2}\right)}{\quad} = \frac{\frac{1}{36}-\frac{1}{16}}{\quad} \xrightarrow{\times 36}$$

$$\frac{1-\frac{36}{16}}{1-9} = \frac{\frac{20}{16}}{\frac{8}{8}} = \frac{20}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{5}{32}$$

تجربی خ ۱۴۰۱: سرب $^{207}_{82}Pb$ هسته دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α حاصل شود. عدد جرمی هسته مادر کدام است؟

۲۰۹	۲۰۳
(۲۱۱)	۲۰۵

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow \begin{matrix} A = 211 \\ Z = 84 \end{matrix}$$

تجربی خ ۱۴۰۱: در اتم هیدروژن الکترون از مدار n به n' می‌رود و فوتونی با انرژی $4{,}08 \times 10^{-19}$ ژول جابه‌جا می‌کند. شعاع مدار n' چند برابر شعاع مدار n است؟

(۱۶)	۲۵
۴	۹

$e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ C$

$E_R = 13{,}6\ eV$

$$\Delta E = hf = \frac{4{,}08 \times 10^{-19}\ J}{1{,}6 \times 10^{-19}\ C} = 2{,}55\ eV$$

می‌دانیم طبق رابطه $E = -\frac{E_R}{n^2} = -\frac{13{,}6}{n^2}$

$E_4 = -0{,}85$
$E_3 = -1{,}51$
$E_2 = -3{,}4$
$E_1 = -13{,}6\ eV$

$-0{,}85 - (-3{,}4) = 2{,}55$

$n = 4$, $n' = 2$

$r_n = a_0 n^2 = a_0 \times 16$

تجربی ۱۴۰۱: اختلاف بیشترین و کمترین بسامد فوتون گسیلی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n'=3$) چند هرتز است؟

$c = 3\times10^{8}\ m/s$

$R = \frac{1}{100}\ (nm)^{-1}$

$1,875\times10^{15}$	$7,5\times10^{15}$
$1,875\times10^{14}$	$7,5\times10^{14}$

$n'=3 \Rightarrow \begin{cases} n=4 & f_{min} \\ n=\infty & f_{max} \end{cases}$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{f}{c}\times10^{-9} \Rightarrow$$

$$\frac{f}{3\times10^{8}}\times10^{-9} = R_H\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

$$f = 3\times10^{8}\times10^{7}\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{16}\right) = \frac{7}{48}\times10^{15}$$

$$f_1 = 3\times10^{15}\left(\frac{1}{9}-0\right) = \frac{1}{3}\times10^{15}$$

$$f_2 - f_1 = \left(\frac{1}{3}-\frac{7}{48}\right)\times10^{15} = \left(\frac{16-7}{48}\right)\times10^{15}$$

$$\frac{9}{48}\times10^{15} = \frac{90}{48}\times10^{14} = 1,875\times10^{14}\ Hz$$

ریاضی ۱۴۰۱: شکل زیر واپاشی یک $^{134}_{53}X$ را نشان می‌دهد نام ذره گسیل شده کدام است؟

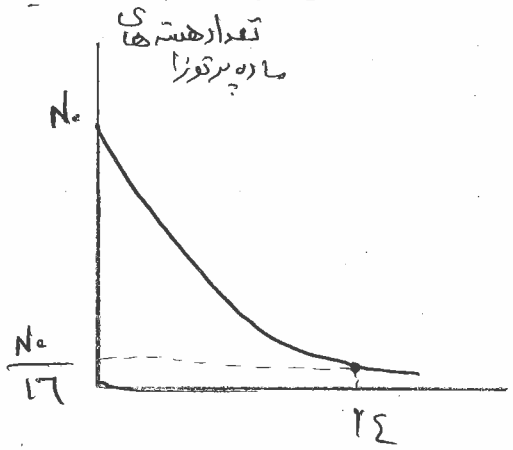
هسته مادر ($^{134}_{53}X$) → هسته دختر ($^{134}_{52}$) + ...

آلفا	گاما
پوزیترون	الکترون

$$^{134}_{53}X \longrightarrow {}^{134}_{52}Y + {}^{0}_{+1}e$$

ریاضی ۱۴۰۱: نمودار واپاشی یک ماده پرتوزا به شکل زیر است. نیم‌عمر این ماده چند روز است؟

۸	۱۲
۴	۶



$$\left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{1}{16} \rightarrow n = 4 \Rightarrow n = \frac{t}{T} \Rightarrow 4 = \frac{24}{T}$$

$$\Rightarrow T = 6 \text{ روز}$$

ریاضی ۱۴۰۱: انرژی فوتون B، ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است. اگر اختلاف طول موج این دو فوتون ۵۰nm باشد، اختلاف بسامد این دو فوتون چند هرتز است؟ $c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$

2×10^{15}	5×10^{15}
5×10^{14}	2×10^{14}

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_A + 50} = \frac{3}{4} \Rightarrow \lambda_A = 150 \text{ , } \lambda_B = 200$$

$$f_A - f_B = c\left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{\lambda_A \times \lambda_B}\right) = 3\times10^8 \times \frac{50}{200\times150} \times 10^9 = 5\times10^{14}$$

ریاضی ۱۴۰۱: در آزمایش فوتوالکتریک بیشینه تندی فوتوالکترون‌های گسیل شده از سطح فلز $5\times10^5 \frac{m}{s}$ است. اگر تابع کار فلز ۴٫۲۶eV باشد طول موج فوتون تابیده شده به فلز تقریباً چند نانومتر است؟

$hc = 1240 eV$ $e = 1.6\times10^{-19} C$ $m_e = 9\times10^{-31} kg$

ص ۵۰

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times (5 \times 10^5)^2$$

$$\simeq 0.7\ eV$$

$$E = K + U = 0.7 + 4.46 = 5.16\ eV$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1.24}{5.16} \simeq 0.24\ \mu m$$

$$= 240\ nm$$

۳۶۰	۴۸۰
۱۲۰	۳۲۰

ریاضی خ ۱۴۰۱: اگر N تعداد نوترون‌ها و Z تعداد پروتون‌های هسته یک اتم باشد کدام مورد صحیح است؟

۱) در تمام هسته‌های پایدار $N = Z$ است. ✗ ← $\frac{N}{Z} \leq 1.5$

۲) نسبت $\frac{N}{Z}$ برای تمام عناصر یکسان است. ✗

۳) هسته‌ای ناپایدار است که در آن $N > Z$ باشد. ✗ ← $Z > 83$

۴) در هسته‌های پایدار سنگین‌تر، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر است. ✓

ریاضی خ ۱۴۰۱: نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۴۵ دقیقه است پس از گذشت ۳ ساعت چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟

$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{3 \times 60}{45} = 4$$

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$$

ریاضی ۱۴۰۱ خ : الکترون در سومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. اگر این الکترون به حالت پایه جهش کند بسامد فوتون گسیل شده چند تراهرتز است؟

$E_R = 13,6\ eV$

$h = 4 \times 10^{-15}\ eV \cdot s$

۲۰۲۵	۲۱۲۵
۳۰۲۲,۲	۳۱۸۷,۵

سومین حالت برانگیخته $n = 4$

$$hf = E_4 - E_1 \Rightarrow f = \frac{-\frac{E_R}{16} + E_R}{h}$$

$$f = \frac{\frac{15}{16} \times 13,6}{4 \times 10^{-15}} \times 10^{12} = 3187,5\ THz$$

ریاضی ۱۴۰۱ خ : در آزمایش فوتوالکتریک که با نوری با بسامد f انجام شده است بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها 8×10^{-19} ژول است. اگر بسامد نور ۲۵ درصد کاهش یابد بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

$e = 1,6 \times 10^{-19}\ C$

$h = 4 \times 10^{-15}\ eV \cdot s$

۲	۳
۴	۵

$$hf_1 - W_0 = K_{max}$$

$$K_{max} = \frac{8 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 5\ eV$$

$$f_2 = \frac{3}{4} f_1 \quad K_{max_2} = \frac{6}{10} K_{max_1} = \frac{6}{10} \times 5 = 3\ eV$$

$$\begin{cases} hf_1 - W_0 = 5 \\ \frac{3}{4} hf_1 - W_0 = 3 \end{cases} \Rightarrow W_0 = 3\ eV$$

تجربی دی ـ ۱۴۰۱

در کدام مورد، فرایند واپاشی درست است؟

الف: $^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y_{N+1} + e^-$

ب: $^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y_{N+1} + e^+$

پ: $^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y_N + e^-$

ت: $^{A}_{Z}X_N \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y_N + e^+$

۱) «الف» ۲) «ب» ۳) «پ» ۴) «ت»

ریاضی دی ۱۴۰۱

چهار سال طول می‌کشد تا ۷۵ درصد تعداد هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا به هسته‌های دیگر تبدیل شود. چند سال دیگر بگذرد تا تعداد هسته‌های باقیمانده ۱۲/۵ درصد تعداد هسته‌های اولیه باشد؟

۱) ۲۴ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۲

$۲۵٪ = \frac{۱}{۴} = (\frac{۱}{۲})^n \longrightarrow n = ۲$

$n = \frac{t}{T} \Rightarrow ۲ = \frac{۴}{T} \longrightarrow T = ۲$ سال

$۱۲٫۵٪ = \frac{۱}{۸} \longrightarrow n = ۳ \longrightarrow \frac{t'}{۲} = ۳ \longrightarrow$ ۶ سال

۶ − ۴ = **۲ سال**

ریاضی دی ۱۴۰۱

- در آزمایش فوتوالکتریک، بسامد آستانهٔ فلز $۵\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ است. نوری با بسامد f به فلز می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌هایی با بیشینه سرعت $\frac{۴}{۳}\frac{Mm}{s}$ می‌شود. f چند هرتز است؟

$(e = ۱٫۶\times۱۰^{-۱۹}\ C$ و $h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\ eV.s$ ، $m_e = ۹\times۱۰^{-۳۱}\ kg)$

۱) $۱٫۷۵\times۱۰^{۱۵}$ ۲) $۷٫۵\times۱۰^{۱۵}$ ۳) $۳٫۵\times۱۰^{۱۵}$ ۴) $۱٫۵\times۱۰^{۱۵}$

$K_{max} = hf - hf_0$

$\frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{۱٫۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۴\times۱۰^{-۱۵}(f - ۵\times۱۰^{۱۴})$

$\frac{۹\times۱۰^{-۳۱}\times\frac{۱۶}{۹}\times۱۰^{۱۲}}{۲\times۱٫۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۴\times۱۰^{-۱۵}(f - ۵\times۱۰^{۱۴})$

$\frac{۵}{۴}\times۱۰^{۱۵} = f - ۰٫۵\times۱۰^{۱۵} \longrightarrow f = ۱٫۷۵\times۱۰^{۱۵}$

ص ۵۳

ریاضی تجربی ۱۴۰۱

- کدام انرژی (برحسب الکترون‌ولت) وابسته به فوتونی در محدودهٔ نور مرئی است؟ ($hc = 1240\ eV.nm$)

۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۱۰

$400\ nm \geq \lambda \geq 700\ nm$

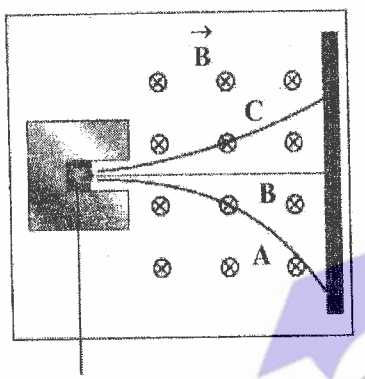
$$E_{min} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{700} = 1.8\ eV$$

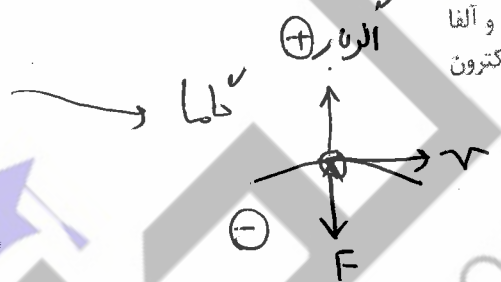
$$E_{max} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{400} = 3.1\ eV$$

ریاضی دی ۱۴۰۱

شکل زیر، مسیر پرتوهای گسیل‌شده از یک ماده پرتوزای طبیعی را نشان می‌دهد که از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کنند. نوع آنها در مسیرهای از A تا C به‌ترتیب کدام است؟

۱) الکترون، گاما و آلفا ✓
۲) آلفا، گاما و الکترون
۳) الکترون، پوزیترون و آلفا
۴) آلفا، پوزیترون و الکترون





تجربی ۱۴۰۲

اگر عدد جرمی عنصری ۲ برابر عدد اتمی آن باشد، پس از گسیل یک پرتو α و یک الکترون و یک پوزیترون، تعداد نوترون‌های هستهٔ جدید چند تا از تعداد پروتون‌های هستهٔ جدید بیشتر است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) صفر

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta + {}^{0}_{+1}\beta + {}^{A'}_{Z'}\gamma$$

$A = 4 + A' \rightarrow A' = A - 4$

$A' - Z' = A - 4 - Z + 2 \xrightarrow{A=2Z}$

$Z = 2 + Z' \rightarrow Z' = Z - 2$ (تعداد پروتون‌ها)

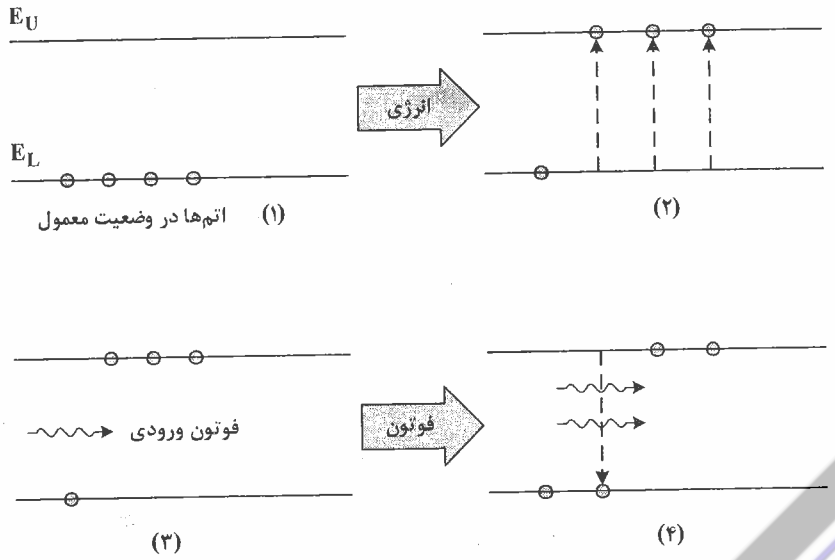
$A' - Z' = A - Z - 2 = Z - 2$

$Z - 2 - Z + 2 = 0$

ص ۵۴

تجربی ۱۴۰۲

شکل زیر، فرایند ایجاد باریکهٔ لیزری را به‌طور 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

تجربی ۱۴۰۲

الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد. فرض کنید، فقط گذارهای $\Delta n = 1$ مجاز باشند. در این صورت اختلاف طول موج کم‌انرژی‌ترین فوتون و پرانرژی‌ترین فوتون گسیلی، تقریباً چند نانومتر است؟ ($E_R = 13/6 eV$ و $hc = 1240 eV.nm$)

۱) ۱۲۱۰ ۲) ۲۹۵۷ ۳) ۳۹۳۱ ۴) ۴۰۵۲

$n=5$ ——— $-0/544$
$n=4$ ——— $-0/85$
$n=3$ ——— $-1/51$
$n=2$ ——— $-3/4$
$n=1$ ——— $-13/6$ ev

$n_L = 1 \quad n_U = 2$

$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda}$

$-0/544 + 0/85 = \frac{1240}{\lambda_1}$

$\Rightarrow \lambda_1 = \frac{1240}{0/306} \longrightarrow \lambda_1 = 4052/2$

$-3/4 + 13/6 = \frac{1240}{\lambda_2} \longrightarrow \lambda_2 = \frac{1240}{10/2} = 121/56$

$\lambda_1 - \lambda_2 = 4052/2 - 121/56 \simeq 3931\ nm$

تجربی ۱۴۰۲ خ

در کدام واپاشی هسته‌ای، عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد؟

۱) بتای منفی ✓ ۲) بتای مثبت ۳) گاما ۴) آلفا

تجربی ۱۴۰۲ خ

کدام مورد با توجه به الگوهای اتمی درست است؟

۱) طبق مدل رادرفورد، طیف گسیلی توسط اتم باید پیوسته باشد. ✓

۲) مدل اتمی بور فقط برای اتم هیدروژن درست است.

۳) طبق مدل اتمی تامسون، اتم دارای هسته‌ای چگال در مرکز اتم است.

۴) مدل اتمی بور می‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

تجربی ۱۴۰۲ خ

طبق مدل اتمی بور، الکترون در اتم هیدروژن، از مدار $n' = 2$ به $n = 5$ می‌رود. شعاع مدار حرکت الکترون به‌ترتیب چند برابر می‌شود و انرژی الکترون در این جابه‌جایی چند الکترون ولت تغییر می‌کند؟

۱) $\frac{5}{2}$ و ۴/۰۸ ۲) $\frac{25}{4}$ و ۴/۰۸ ۳) $\frac{5}{2}$ و ۲/۸۵۶ ۴) $\frac{25}{4}$ و ۲/۸۵۶ ✓

$$r_n = r_0 n^2 \longrightarrow \frac{r_5}{r_2} = \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{25}{4}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \begin{cases} n=2 \longrightarrow E_2 = -3/4 \\ n=5 \longrightarrow E_5 = -0/544 \end{cases} \longrightarrow E_5 - E_2 = 2/856$$

ریاضی ۱۴۰۲

در فرایند واپاشی $_6^{11}C \rightarrow {}_5^{11}B + x$، x کدام است؟

۱) پروتون ۲) β^+ ✓ ۳) β^- ۴) نوترون

ریاضی ۱۴۰۲

در اتم هیدروژن، الکترون با جذب فوتونی با انرژی ۱۲/۷۵ الکترون ولت از مدار n' به مدار n می‌رود. n' و n به‌ترتیب کدام‌اند؟ ($E_R = 13/6\ eV$)

۱) ۱ و ۴ ۲) ۱ و ۶ ۳) ۲ و ۴ ۴) ۲ و ۶

$$n=5 \longrightarrow E_5 = -0/544$$

✓ $n=4 \longrightarrow E_4 = -0/85$

$n=3 \longrightarrow E_3 = -1/5$

$n=2 \longrightarrow E_2 = -3/4$

✓ $n=1 \longrightarrow E_1 = -13/6$

ریاضی ۱۴۰۲

عمل غنی‌سازی در یک نمونهٔ اورانیم، کدام است؟

۱) تبدیل هرچه بیشتر اورانیم ۲۳۵ به اورانیم ۲۳۸

۲) تبدیل هرچه بیشتر اورانیم ۲۳۸ به اورانیم ۲۳۵

۳) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیم ۲۳۸

۴) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیم ۲۳۵ ✓

ص ۵۹

ریاضی ۱۴۰۲

در یک دستگاه فوتوالکتریک، تابع کار فلز ۴eV است. با این دستگاه دو آزمایش انجام می‌دهیم. در آزمایش دوم طول موج پرتو به‌کار رفته را نصف می‌کنیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نسبت به آزمایش قبلی ۶ برابر می‌شود. طول موج پرتو استفاده‌شده در آزمایش اول چند نانومتر است؟ ($h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\ eV.s$ و $c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۸۰

$K = hf - W_0$

$\Rightarrow hf = K + W_0 \longrightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{۴ + K_{max}}{۴ + ۶K_{max}} \longrightarrow K_{max} = ۱$

$۲hf = K' + W_0$

$E = hf = ۱ + ۴ = ۵eV \Rightarrow \lambda = \frac{۱۲۴۰}{E} = \frac{۱۲۴۰}{۵} = ۲۴۰nm$

ریاضی ۱۴۰۲ خ

اگر $^{۲۳۸}_{۹۲}U$ واپاشی α انجام دهد، کدام هسته، حاصل این واپاشی خواهد بود؟

۱) $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ ۲) $^{۲۳۱}_{۹۱}Pa$ ۳) $^{۲۳۴}_{۹۰}Th$ ۴) $^{۲۳۲}_{۹۰}Th$

ریاضی ۱۴۰۲ غ

در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موجی که الکترون تابش می‌کند تا به مدار n' برسد، ۱۶۰۰ نانومتر است. این نور در کدام ناحیه از طیف موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد و n' چقدر است؟ $R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}$

۱) فرابنفش ـ ۴ ۲) فرابنفش ـ ۲ ۳) فروسرخ ـ ۴ ۴) فروسرخ ـ ۲

$n = \infty \longrightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n^۲}\right) \longrightarrow n = ۴$

$\lambda \downarrow ۱۶۰۰$

ریاضی ۱۴۰۲ خ

اگر یک چشمهٔ لیزر با توان ۰/۳ میلی‌وات نوری با طول موج ۶۶۳ نانومتر تولید کند، در هر ثانیه چند فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟ ($h = ۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\ J.s$ و $c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱) ۳×۱۰^{۱۵} ۲) $۱۰^{۱۵}$ ۳) ۵×۱۰^{۱۳} ۴) $۱۰^{۱۳}$

$E = P.t = n\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{Pt\lambda}{hc} = \frac{۰/۳\times۱۰^{-۳}\times۱\times۶۶۳\times۱۰^{-۹}}{۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}$

$= ۱۰^{۱۵}$

ریاضی ۱۴۰۲ خ

نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها .....

۱) با مربع فاصلهٔ بین دو نوکلئون نسبت عکس دارد

۲) متناسب با تعداد نوکلئون‌های هسته، افزایش می‌یابد

۳) کوتاه‌بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند ✓

۴) بین دو پروتون از نوع دافعه و بین پروتون و نوترون از نوع جاذبه است

نیروهای هسته‌ای کوتاه برد بوده و در فواصل کوچکتر از ابعاد هسته اثر می‌کند همچنین از دیگر نیروی هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد و نیروی بین همه آن‌ها جاذبه می‌باشد

تجربی دی ۱۴۰۱

اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین $\frac{۳۵}{۲۴}\times۱۰^{۱۴}$ Hz است. این رشته کدام است؟ ($c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$ و $R=\frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}$)

۱) براکت ($n'=۴$)　۲) لیمان ($n'=۱$)　۳) پاشن ($n'=۳$)　۴) بالمر ($n'=۲$)

$$\Delta f = c\left(\frac{۱}{\lambda_۲}-\frac{۱}{\lambda_۱}\right)$$

$$\frac{۳۵}{۲۴}\times۱۰^{۱۴} = ۳\times۱۰^{۸}\left(\frac{۱}{\lambda_۲}-\frac{۱}{\lambda_۱}\right)$$

$$\frac{۱}{\lambda_۲}-\frac{۱}{\lambda_۱}=\frac{۳۵}{۷۲}\times۱۰^{-۳}$$

$$\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_۲}-\frac{۱}{\lambda_۱}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{(n+۱)^{۲}}-\frac{۱}{(n+۲)^{۲}}\right)$$

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

$$\begin{matrix} n+۱=۳ \\ n+۲=۴ \end{matrix}\longrightarrow n=۲$$ بالمر

تجربی دی ۱۴۰۱

در اتم هیدروژن وقتی الکترون از چهارمین حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می‌کند، بسامد فوتون گسیل‌شده چند هرتز است؟ ($E_R=۱۳/۶eV$ و $h=۴\times۱۰^{-۱۵}\ eV.s$)

۱) $۳/۱۸۷۵\times۱۰^{۱۵}$　۲) $۳/۲۶۴\times۱۰^{۱۵}$　۳) $۲/۵۵\times۱۰^{۱۵}$　۴) $۲/۷۲\times۱۰^{۱۵}$

$n=۱$, $n=۵$

$$\Delta E = hf = E_R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$۴\times۱۰^{-۱۵}f = ۱۳/۶\left(۱-\frac{۱}{۲۵}\right)\Rightarrow f=\frac{۱۳/۶\times\frac{۲۴}{۲۵}}{۴\times۱۰^{-۱۵}}=۳/۲۶۴\times۱۰^{۱۵}$$