



فیزیک

پایه دوازدهم

رهپویان  
دانش و اندیشه



آشنایی با فیزیک هسته ای

واپاشی پرتوزا و نیمه عمر

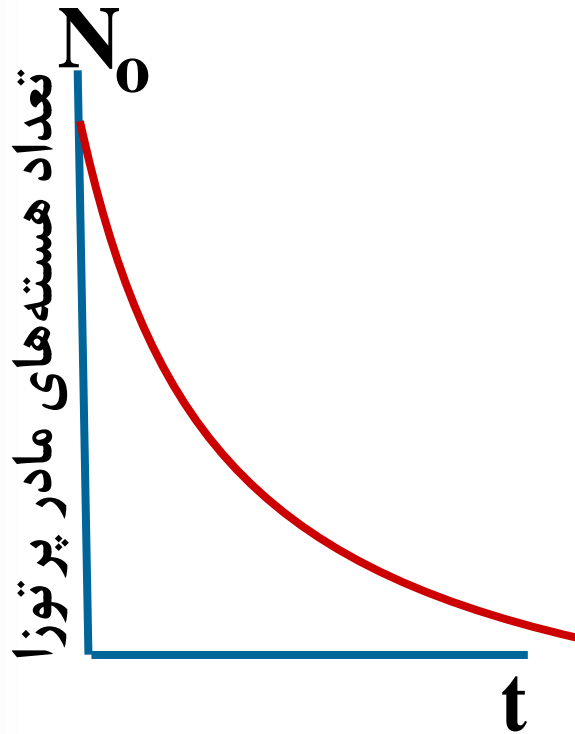
مدرس: نیما نوروزی



## واپاشی پرتوزا و نیمه عمر

اگر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در نمونه را بر حسب زمان رسم کنیم نمودار شکل مقابل به دست می‌آید.

همان طور که روی نمودار نیز دیده می‌شود، پس از گذشت زمان کافی، تعداد هسته‌های مادر موجود در نمونه، به صفر میل می‌کند.

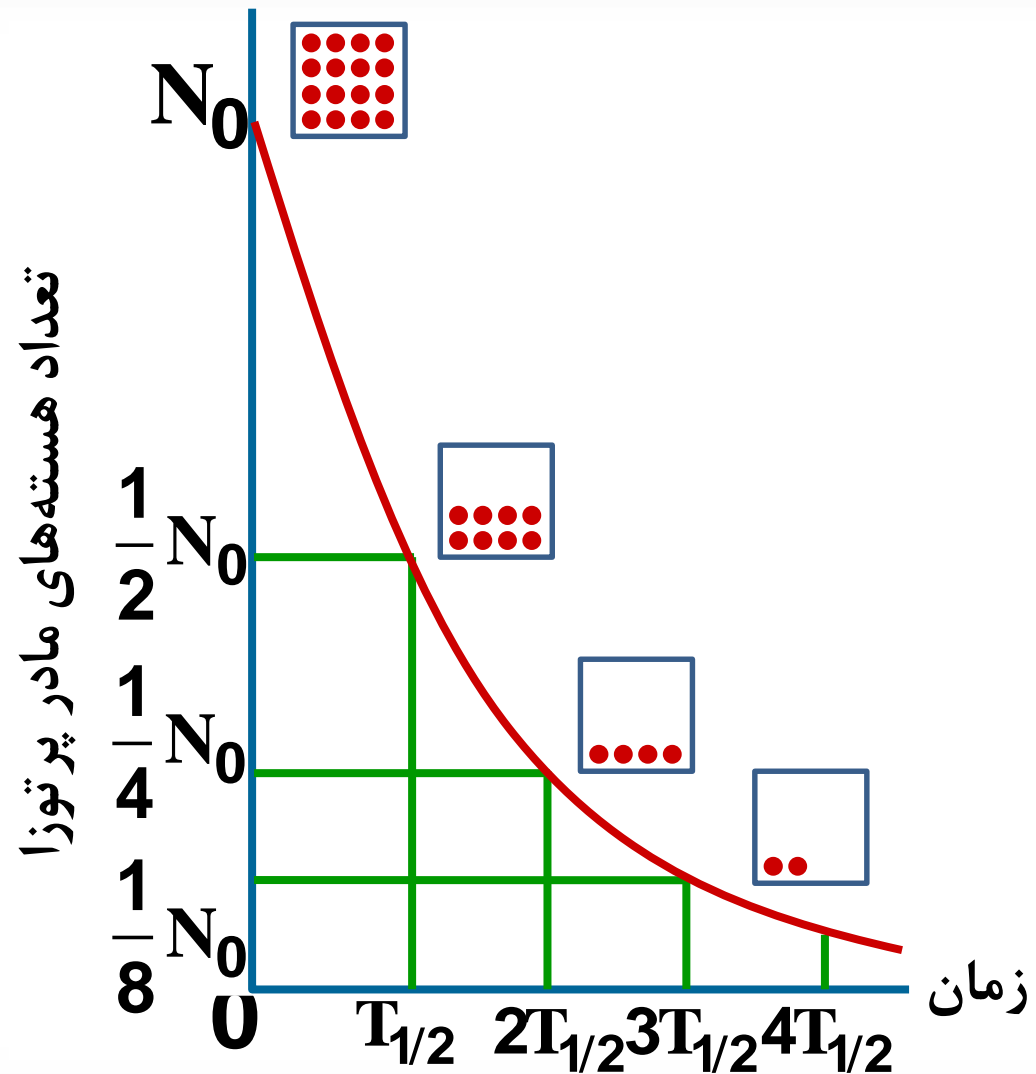


## واپاشی پرتوزا و نیمه عمر

برای درک بهتر این نمودار، کمیتی به نام نیمه عمر را معرفی می‌کنیم و آن را با نماد  $T_{\frac{1}{2}}$  نشان می‌دهیم.

بنا به تعریف، نیمه عمر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند.

## واپاشی پرتوزا و نیمه عمر



برای حل راحت تر مسائل نیمه عمر می توانیم از روابط زیر استفاده کنیم.

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$N' = N_0 - N$$



جدول زیر در حل سریع بسیاری از مسائل نیم عمر به شما کمک خواهد کرد:

شماره نیم عمر	n	درصد باقی مانده	درصد تجزیه شده
اول	n=۱	% ۵۰	% ۵۰
دوم	n=۲	% ۲۵	% ۷۵
سوم	n=۳	% ۱۲.۵	% ۸۷.۵
چهارم	n=۴	% ۶.۲۵	% ۹۳.۷۵
پنجم	n=۵	% ۳.۱۲۵	% ۹۶.۸۷۵

**تست:** تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو  $N_0 = 1600$  است. اگر نیمه عمر این ماده 6 ساعت باشد، بعد از چند ساعت 200 هسته آن فعال باقی می‌ماند؟

36 (3

18 (2

12 (1

48 (4

پاسخ:

تعداد هسته‌های باقی مانده  $N = \frac{N_0}{2^n}$   $N_0=1600, N=200 \rightarrow 2^n = 8 \rightarrow n = 3$

$n=3, T_1=6h$   
 $n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow t_{\text{کل}} = 18h$



12 (1

18 (2

36 (3



**تست:** نیمه عمر Sr برابر 28 سال است. چند سال طول می کشد تا 2 میلی گرم از این عنصر به 125 میکروگرم کاهش یابد؟

- (1) 7                      (2) 84                      (3) 112                      (4)
- 12

پاسخ:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m=125 \times 10^{-6} \text{ g}, m_0=2 \times 10^{-3} \text{ g}} 2^n = 16 \rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_1} \xrightarrow{n=4, T_1=28 \text{ سال}} t_{\text{کل}} = 112 \text{ سال}$$

112 (3



84 (2

7 (1

12 (4

**تست:** از یک ماده‌ی رادیواکتیو پس از گذشت ۵ نیمه عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌ی آن متلاشی شده است؟

۹۷ (۴ ✓)

۸۰ (۳)

۲۰ (۲)

۳ (۱)

**تست:** اگر  $87/5$  درصد از تعداد هسته‌های یک مادهٔ رادیواکتیو در مدت 24 ساعت واپاشیده شود، نیمه عمر آن چند ساعت است؟

6 (3

4 (2

3 (1

8 (4

پاسخ:

$$100 \xrightarrow{T_1/2} 50 \xrightarrow{T_1/2} 25 \xrightarrow{T_1/2} 12/5$$

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_1/2} \rightarrow 3 \times T_1/2 = t_{\text{کل}} \xrightarrow{t_{\text{کل}} = 24h} T_1/2 = 8h$$

6 (3)	4 (2)	3 (1)
✓		
		8 (4)



**تست:** پس از گذشت 48 روز، نسبت جرم متلاشی شده به جرم باقی مانده از یک ماده پرتوزا، 7 است. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند روز است؟ (درصد پاسخ صحیح 6٪)

3 (3

8 (2

16 (1

12 (4

$$M' = M_0 - M$$

پاسخ:

$$\frac{M'}{M} = \frac{M_0 - M}{M} = \frac{M_0}{M} - 1 \Rightarrow 7 = \frac{M_0}{M} - 1 \Rightarrow \frac{M_0}{M} = 8 \quad (1)$$

$$M = \frac{M_0}{2^n} \Rightarrow \frac{M_0}{M} = 2^n \quad (2) \quad \xrightarrow{(1),(2)} 8 = 2^n \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{48}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 16 \text{ روز}$$

	16	(1
	8	(2 ✓
	3	(3
	12	(4

**تست:** از تعداد هسته‌های اولیه مساوی دو عنصر رادیواکتیو A و B بعد از گذشت زمان  $\Delta t$ ، تعداد هسته‌های باقی‌مانده عنصر A، چهار برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده عنصر B است. اگر تعداد نیمه عمرهای عنصر A و B در مدت زمان  $\Delta t$  به ترتیب  $n_A$  و  $n_B$  باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

$$n_B - n_A = 4 \quad 2$$

$$n_A - n_B = 4 \quad 1$$

$$n_B - n_A = 2 \quad 4$$

$$n_A - n_B = 2 \quad 3$$

پاسخ:

$$m_A = 4m_B \xrightarrow{m = \frac{m_0}{2^n}} \frac{m_{0A}}{2^{n_A}} = 4 \frac{m_{0B}}{2^{n_B}}$$

$$\xrightarrow{m_{0A} = m_{0B}} \frac{2^{n_B}}{2^{n_A}} = 4 \Rightarrow 2^{n_B - n_A} = 2^2 \Rightarrow n_B - n_A = 2$$

$$n_B - n_A = 4 \quad 2$$

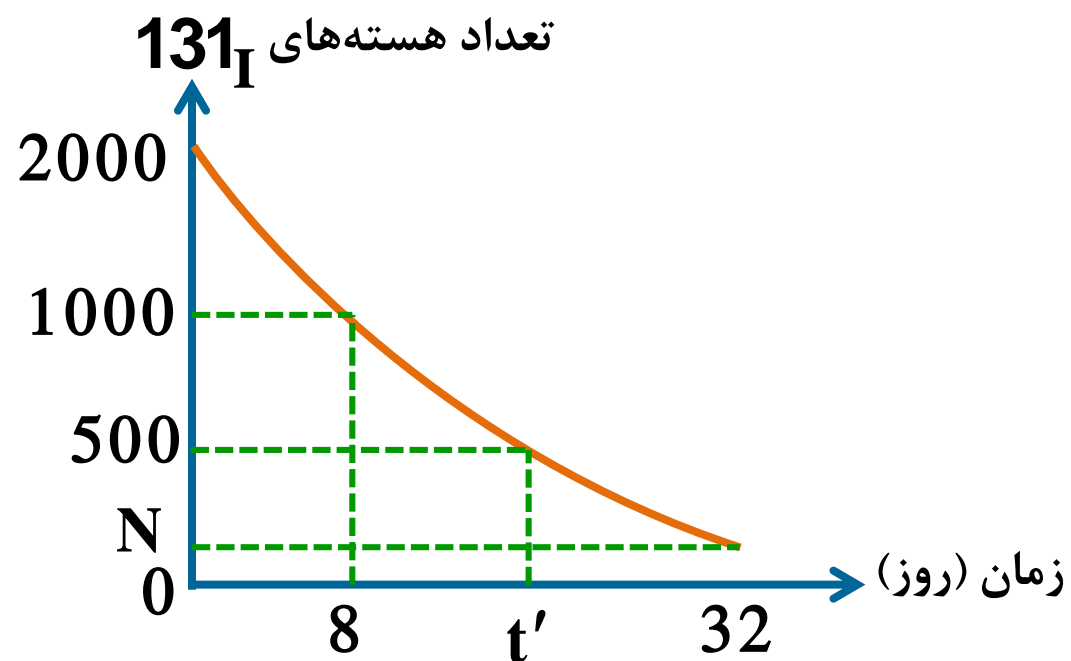
$$n_B - n_A = 2 \quad 4 \checkmark$$

$$n_A - n_B = 4 \quad 1$$

$$n_A - n_B = 2 \quad 3$$



**تست:** نمودار زیر مربوط به ید پرتوزا است.  $N$  و  $t'$  به ترتیب کدامند؟



(1) 125 و 16

(2) 250 و 16

(3) 175 و 24

(4) 200 و 24



پاسخ:

$$n = \frac{t}{T_1} = \frac{32}{8} = 4$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{n=4, N_0=2000} N = \frac{2000}{2^4} = 125$$

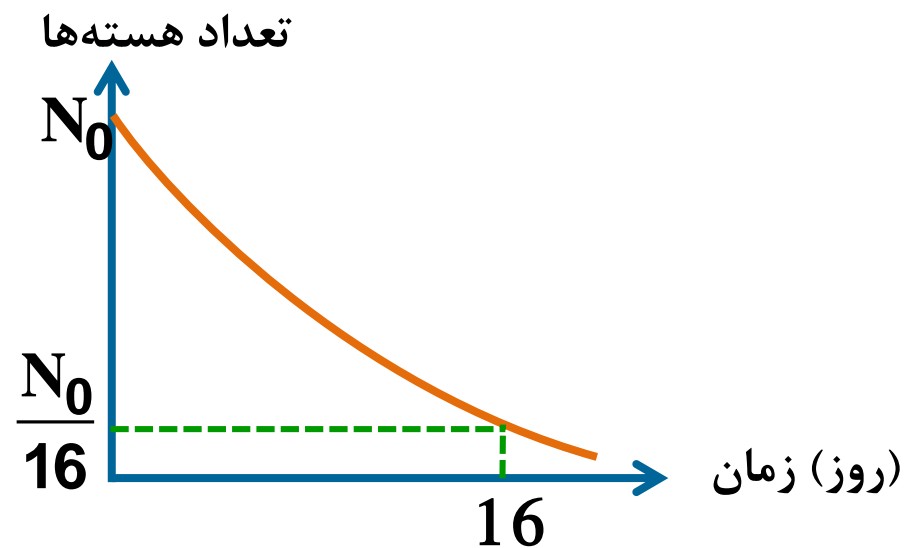
(1) 125 و 16 (2)

250 و 16

(3) 175 و 24 (4)

**تست:** نمودار تغییرات تعداد هسته‌های یک ماده پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. پس از گذشت هشت روز چند درصد از هسته‌های آن فعال باقی

می‌ماند؟



$$\begin{matrix} 50 & (2 \\ 12/5 & (4 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 87/5 & (1 \\ 25 & (3 \end{matrix}$$

(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۷)

پاسخ:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{N = \frac{1}{16} N_0} \frac{1}{16} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow{t_{\text{کل}} = 16 \text{ روز}, n = 4} T_{\frac{1}{2}} = 4 \text{ روز}$$

$$100 \rightarrow 50 \rightarrow 25$$

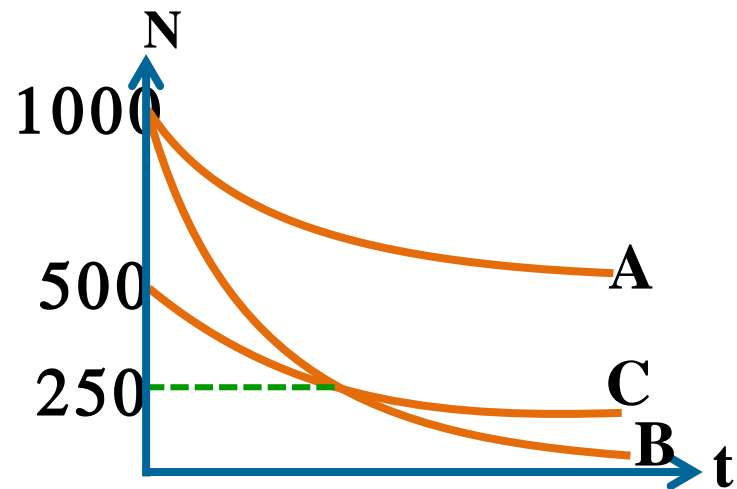
87/5 (1

50 (2



25 (3

**تست:** نمودار تعداد هسته‌های سه عنصر پرتوزا بر حسب زمان، مطابق شکل زیر است. اگر نیمه عمر این سه عنصر  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  باشد، کدام مورد درست است؟



$$T_A = T_C > T_B \quad (1)$$

$$T_A > T_B = T_C \quad (2)$$

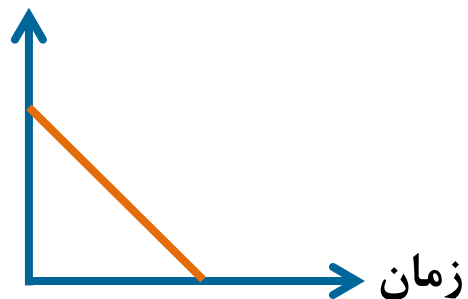
$$T_A > T_B > T_C \quad (3)$$

$$T_A > T_C > T_B \quad (4) \quad \checkmark$$

**تست:** کدام یک از گزینه‌های زیر، تغییرات تعداد هسته‌های واپاشیده یک عنصر

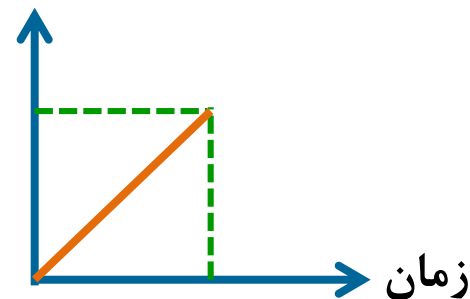
پرتوزا را بر حسب زمان به درستی نشان می‌دهد؟

تعداد هسته‌های واپاشیده



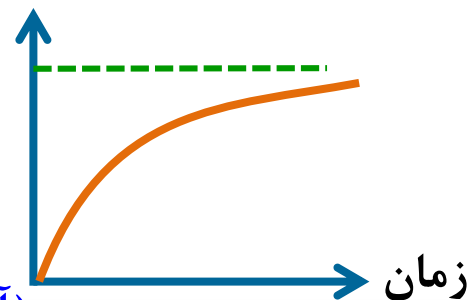
(2)

تعداد هسته‌های واپاشیده



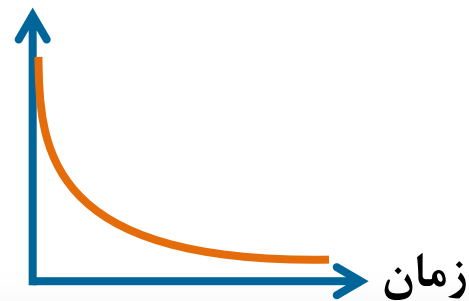
(1)

تعداد هسته‌های واپاشیده



(4) ✓

تعداد هسته‌های واپاشیده



(3)

(آزمون کانون فرهنگی آموزش - قلم‌چی)



**تست:** نمودار جرم واپاشی شده یک عنصر پرتوزا بر حسب زمان، به صورت زیر می باشد. پس از گذشت چند سال،  $\frac{1}{16}$  جرم اولیه این عنصر باقی مانده است؟

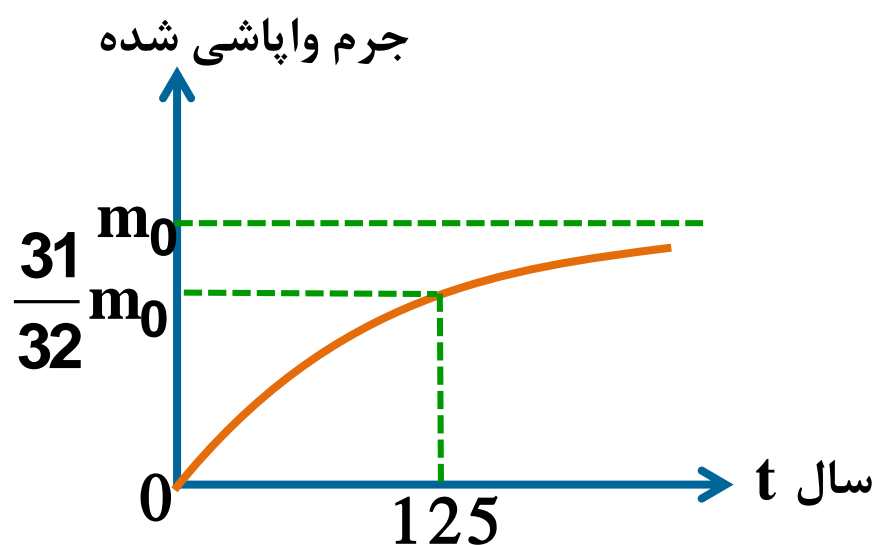
( $m_0$  جرم اولیه می باشد.)

(1) 25

(2) 50

(3) 75

(4) 100



(آزمون کانون فرهنگی آموزش - قلم چی)

پاسخ:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \rightarrow \frac{1}{32} m_0 = \frac{m_0}{2^n} \rightarrow 2^n = 32 \rightarrow n = 5$$

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow 5 = \frac{125}{T_{\frac{1}{2}}} \rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 25 \text{ سال}$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m = \frac{1}{16} m_0} n = 4 \xrightarrow{n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}}} 4 = \frac{t}{25} \Rightarrow t = 100 \text{ سال}$$

25	(1
✓ 50	(2
75	(3
100	(4

# رهپویان

## دانش و اندیشه

