



۱) نیمه عمر ماده رادیواکتیو B دو برابر نیمه عمر ماده رادیواکتیو A و تعداد ذرات اولیه ماده A، ۸ برابر تعداد ذرات اولیه ماده B است. اگر بعد از مدت زمان t از آغاز واپاشی دو ماده، تعداد ذره های واپاشی شده ماده B، ۷ برابر تعداد ذرات باقی مانده ماده A باشد، در این مدت تقریباً چند درصد از ماده A واپاشیده شده است؟

- ۱) تقریباً ۹۸/۷ درصد ۲) تقریباً ۹۷/۲ درصد ۳) ۷۸/۷۵ درصد ۴) ۹۳/۷۵ درصد

۲) در هسته یک اتم، نسبت تعداد نوترون به پروتون برابر ۱/۵ و بار الکتریکی هسته برابر $(c) \times 10^{-17} \times 224$ است. طی یک واپاشی اگر این هسته با گسیل یک ذره آلفا و یک پوزیترون به هسته ${}^A_Z Y$ تبدیل شود، تفاوت عدد نوترونی

و عدد اتمی ${}^A_Z Y$ چند است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19} c)$

- ۱) ۳۶ ۲) ۴۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۲

۳) جرم یک هسته ای اتم به اندازه $2/5 \times 10^{-28}$ کیلوگرم از مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده آن کمتر است. انرژی بستگی هسته ای اتم چند eV است؟

- ۱) $1/14 \times 10^8$ ۲) $4/11 \times 10^6$ ۳) $1/41 \times 10^8$ ۴) $4/81 \times 10^6$

۴) هسته پرتوزای ${}^{242}_{94} P$ پس از گسیل یک ذره α به هسته ای پایدارتر تبدیل می شود. این هسته نیز پس از گسیل

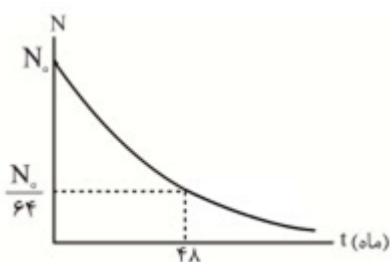
پوزیترون به هسته پایدارتر دیگری تبدیل می شود و در پایان این هسته با گسیل γ به هسته دختر ${}^A_Z Y$ تبدیل

می گردد. به ترتیب، تعداد نوترون و پروتون های هسته دختر ${}^A_Z Y$ کدام است؟

- ۱) ۹۳، ۱۴۵ ۲) ۹۱، ۱۴۷ ۳) ۹۳، ۱۴۵ ۴) ۹۱، ۱۴۷

۵) نمودار تعداد هسته های باقی مانده پس از واپاشی برای یک عنصر رادیواکتیو بر حسب زمان به صورت شکل مقابل

است. چند ماه پس از آغاز واپاشی $\frac{1}{16}$ جرم اولیه این عنصر، واپاشی نشده باقی می ماند؟



- ۱) ۱۶ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۴۰

۶ نیمه عمر یک ماده رادیواکتیو ۶ ساعت است. پس از گذشت یک شبانه‌روز، ۳۰۰ گرم آن واپاشی می‌شود. در مدت شبانه‌روز دوم چند گرم دیگر از این ماده واپاشی می‌شود؟

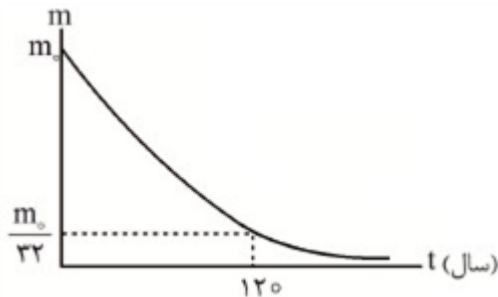
۱۵ (۴)

۱۸/۷۵ (۳)

۱۵۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

۷ نمودار جرم باقی‌مانده بعد از واپاشی برای یک عنصر رادیواکتیو به صورت مقابل است. چند سال پس از آغاز واپاشی، $\frac{1}{64}$ جرم اولیه این عنصر، واپاشی نشده باقی می‌ماند؟



۱۶۰ (۴)

۱۱۴۴ (۳)

۱۵۰ (۲)

۲۴۰ (۱)

۸ نیمه عمر بیسموت ۲۱۲ به جرم ۶۴ گرم برابر با ۶۰ دقیقه است. در مدت ۴ ساعت چند کیلوژول انرژی از این ماده در اثر واپاشی هسته‌ای آزاد می‌شود؟ $(C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

$5/4 \times 10^{10}$ (۴)

$3/6 \times 10^{10}$ (۳)

$5/4 \times 10^{12}$ (۲)

$3/6 \times 10^{12}$ (۱)

۹ کدام موارد زیر، درست است؟
الف) ویژگی‌های هسته را تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن تعیین می‌کند.
ب) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته تعیین می‌کند.
پ) نوکلئون‌های درون هسته می‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.
ت) هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته می‌شوند.

ب و ت (۴)

ب و پ (۳)

الف و ت (۲)

الف و ب (۱)

۱۰ عنصر ${}_{92}^{238}X$ با واپاشی از طریق گسیل سه ذره α و دو ذره β^- به هسته نهایی ${}_Z^AY$ تبدیل می‌شود. تعداد نوترون‌های هسته ایجاد شده کدام است؟

۱۸۰ (۴)

۱۶۹ (۳)

۱۱۴۴ (۲)

۱۳۸ (۱)

۱۱ پس از تعدادی واپاشی، هسته ${}_{90}^{230}\text{Th}$ به هسته ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ تبدیل می‌شود. در این واپاشی چه ذراتی و به چه تعدادی گسیل می‌شود؟

۳ ذره α و ۴ ذره بتای مثبت (۲)

۳ ذره α و ۴ ذره بتای منفی (۱)

۶ ذره α و ۴ ذره بتای منفی (۴)

۶ ذره α و ۴ ذره بتای مثبت (۳)

۱۲ چه تعداد از عبارتهای زیر درباره واکنش گداخت هسته‌ای نادرست است؟

الف) در این واکنش جرم هسته تولید شده کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است و مقدار زیادی انرژی مصرف می‌شود.

ب) این واکنش در سطح ستارگان در دمای بالا و فشار بالا رخ می‌دهد که منجر به آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌گردد.

پ) در این واکنش، دو هسته کم جرم باید خیلی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه برد جاذبه هسته ای بتواند آن‌ها را کنار هم نگه دارد.

ت) در این واکنش برای نزدیک شدن دو هسته سبک به هم به دمای بسیار بالا نیاز است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۳ هسته $^{211}_{82}x$ یک ذره β^- و یک ذره α گسیل می‌کند، هسته دختر نهایی مطابق کدام گزینه است؟

- ۲۰۷ (۱) $^{207}_{81}y$ ۲۰۷ (۲) $^{207}_{83}y$ ۲۰۹ (۳) $^{209}_{81}y$ ۲۰۹ (۴) $^{209}_{83}y$

۱۴ اگر هسته یک اتم، دو نوترون و یک ذره α گسیل کند، عدد جرمی و عدد اتمی آن چند واحد کاهش می‌یابند؟

- ۴ واحد - ۲ واحد (۱) ۱ واحد - ثابت (۲) ۶ واحد - ۴ واحد (۳) ۶ واحد - ۲ واحد (۴)

۱۵ اگر نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۶ روز باشد، پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های واپاشیده شده آن ۳ برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده می‌شود؟

- ۶ (۱) ۱۲ (۲) ۱۸ (۳) ۲۴ (۴)

۱۶ از جرم اولیه مساوی دو عنصر رادیواکتیو A و B بعد از گذشت زمانی معین، جرم باقی‌مانده عنصر A برابر ۲۴ گرم و جرم باقی‌مانده عنصر B برابر ۳ گرم است. بین تعداد نیم عمر سپری شده این دو عنصر تا این لحظه، کدام رابطه برقرار است؟

- $n_B - n_A = 3$ (۱) $n_A - n_B = 3$ (۲) $n_B - n_A = 8$ (۳) $n_A - n_B = 8$ (۴)

۱۷ کدامیک از معادلات زیر واپاشی B^+ را نشان می‌دهد؟



۱۸ چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

الف) هر چه اختلاف جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده از جرم هسته بیشتر باشد، هسته ناپایدارتر است.

ب) در ایزوتوپ‌های پایدار سبک $N = Z$ و در ایزوتوپ‌های پایدار سنگین $Z > N$ است.

پ) فرایند واپاشی β^- ، یک نوترون در درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

ت) تعداد هسته‌هایی که در مدت زمان یک نیمه‌عمر باقی می‌ماند نصف تعداد هسته‌هایی است که در مدت زمان همان نیمه عمر واپاشیده می‌شوند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۹ در یک ماده رادیواکتیو، پس از ۱۲ ماه، به مقدار ۱۶g از ماده، واپاشی نشده باقی مانده و به مقدار ۱۱۲g از ماده واپاشی شده است. ۲۴ ماه پس از آغاز واپاشی، چند گرم از ماده واپاشی نشده باقی مانده است؟

- ۱۱۰ (۱) ۱۳۶ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴)

۲۰) بار هسته ${}^{45}\text{X}$ برابر $3/2 \times 10^{-12} \mu\text{C}$ است. در این هسته نسبت تعداد نوترون‌ها به عدد اتمی $\left(\frac{N}{Z}\right)$ کدام است؟
($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$)

$1/6$ (۴)

$\frac{3/2}{5}$ (۳)

$\frac{4}{5}$ (۲)

$\frac{5}{4}$ (۱)

$$T_B = 2T_A \Rightarrow \begin{cases} T_A = T \\ T_B = 2T \end{cases}, N_{.A} = 8N_{.B} \Rightarrow \begin{cases} N_{.B} = N \\ N_{.A} = 8N \end{cases}$$

تعداد ذرات واپاشی شده را با N' ، تعداد ذرات باقی مانده را با N و تعداد ذره‌های اولیه را با N_0 نمایش می‌دهیم.

$$\begin{cases} N'_B = 2N_A & (1) \\ N = \frac{N_0}{2^n}, n = \frac{t}{T} & \text{زمان سپری شده} \end{cases} \Rightarrow N' = N_0 - N = N_0 - \frac{N_0}{2^n} \quad (2)$$

نیمه عمر

$$N_{.B} - \frac{N_{.B}}{2^{(\frac{t}{T_B})}} = 2 \left(\frac{N_{.A}}{2^{(\frac{t}{T_A})}} \right) \Rightarrow N_0 - \frac{N_0}{2^{(\frac{t}{2T})}} = 2 \frac{(8N_0)}{2^{(\frac{t}{T})}}$$

$$1 - \frac{1}{2^{(\frac{t}{2T})}} = \frac{16}{2^{(\frac{t}{T})}} \quad (1)$$

گام دوم: برای سهولت در محاسبات فرض می‌کنیم:

$$\begin{cases} 2^{(\frac{t}{T})} = A \Rightarrow 2^{(\frac{t}{2T})} = \left(2^{(\frac{t}{T})} \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2^{\frac{t}{T}}} = \sqrt{A} \Rightarrow 2^{(\frac{t}{2T})} = A = B^2 \\ 2^{(\frac{t}{2T})} = \sqrt{A} = B \end{cases} \quad (2)$$

همچنین: $\sqrt{A} = B \Rightarrow A = B^2$

$$(1), (2) \Rightarrow 1 - \frac{1}{B} = \frac{16}{B^2} \Rightarrow \frac{B-1}{B} = \frac{16}{B^2} \Rightarrow B-1 = \frac{16}{B} \Rightarrow B^2 - B = 16$$

گام سوم:

$$\Rightarrow B^2 - B - 16 = 0 \Rightarrow B = \frac{1 \pm \sqrt{1+64}}{2} = \frac{1 \pm \sqrt{65}}{2} = \frac{1 \pm 8}{2} \begin{cases} B = 8 \\ B = -7 \end{cases}$$

$$B = 8 \Rightarrow B^2 = 64 = 2^6 \Rightarrow 2^{(\frac{t}{T})} = B^2 = 2^6 \Rightarrow \frac{t}{T} = 6 \Rightarrow N'_A = N_{.A} - N_A$$

$$N'_A = N_{.A} - \frac{N_{.A}}{2^{(\frac{t}{T})}} \Rightarrow \frac{N'_A}{N_{.A}} = 1 - \frac{1}{64} = \frac{63}{64} \Rightarrow \text{درصد ذرات واپاشیده} = \% \frac{6300}{64} \cong 98/4$$

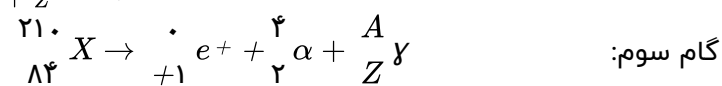
$$\frac{N}{Z} = 1/5$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$q = ne \Rightarrow 1/222 \times 10^{-14} C = n(1/6 \times 10^{-19} C) \Rightarrow n = 84$$

$$\begin{cases} Z = 84 \\ \frac{N}{Z} = 1/5 \end{cases} \Rightarrow N = 126 \Rightarrow A = 210 \Rightarrow \frac{A}{Z} X = \frac{210}{84} X$$

گام دوم:



گام سوم:

$$\Rightarrow \begin{cases} A + 4 = 210 \\ Z + 2 = 84 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 206 \\ Z = 82 \end{cases} \quad (1)$$

$$(1), (2) \Rightarrow N = 128 \rightarrow {}_{82}^{206}Y_{128}$$

$$N - Z = 128 - 82 = 46 \Rightarrow N - Z = 46$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۳

$$\Delta m = 2/5 \times 10^{-28} \text{ kg}$$

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

$$E = 2/5 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$E = 2/5 \times 10^{-28} \times 9 \times 10^{16}$$

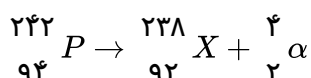
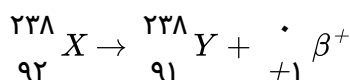
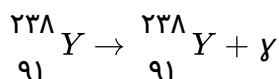
$$E = mc^2 \rightarrow E = 22/5 \times 10^{-12} = 2/25 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$E = 2/25 \times 10^{-11} \text{ J} \times \left(\frac{1 \text{ eV}}{1/6 \times 10^{-19} \text{ J}} \right)$$

$$E = 1/41 \times 10^8 \text{ eV}$$

$$E = 2/5 \times 10^{-28} \times 9 \times 10^{16}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۴



در هسته دختر تعداد پروتون‌ها ۹۱ تا است:

$$N = A - Z \rightarrow N = 238 - 91 = 147$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۵

با توجه به نمودار، در مدت ۴۸ ماه، $\frac{1}{64}$ از تعداد هسته‌های اولیه، واپاشی نشده باقی می‌ماند:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} \rightarrow \frac{1}{2^n} = \frac{1}{64} \rightarrow n = 6$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow 6 = \frac{48}{T_{1/2}} \rightarrow T_{1/2} = 8 \text{ ماه}$$

$$\frac{N'}{N_0} = \frac{1}{2^{n'}} \rightarrow \frac{1}{16} = \frac{1}{2^{n'}} \rightarrow n' = 4 \rightarrow t = 4 \times 8 = 32 \text{ ماه}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به کمک رابطه واپاشی و نیمه‌عمر، داریم: ۶

$$n_1 = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow n_1 = \frac{24}{6} = 4$$

$$m = \frac{m_0}{2^{n_1}} \rightarrow m = \frac{1}{16} m_0 \rightarrow m' = \frac{15}{16} m_0 \rightarrow m_0 = 320 \text{ g}$$

اکنون پس از گذشت شبانه‌روز دوم (۴ نیمه عمر بعدی)، از ۲۰g باقی‌مانده در پایان شبانه‌روز اول، تنها ۱/۲۵g باقی می‌ماند. این یعنی در دومین شبانه‌روز ۱۸/۷۵g دیگر متلاشی می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جرم باقی مانده از یک عنصر رادیواکتیو پس از n بار واپاشی از $m = \frac{m_0}{2^n}$ به دست می‌آید.

پس ۱۲۰ سال برابر $\frac{5}{2} T_{1/2}$ است. این یعنی، سال $T_{1/2} = 24$ است. برای آن‌که $\frac{1}{64}$ جرم اولیه باقی بماند باید $\frac{6}{2} T_{1/2}$ از زمان گذشته باشد: سال $t = 6 \times 24 = 144$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$n = \frac{t}{T} = \frac{4}{1} = 4$$

$$m = \frac{m_0}{2^n} = \frac{64}{2^4} = \frac{64}{16} = 4g$$

$$64 - 4 = 60g \text{ جرم واپاشیده شده}$$

$$E = mc^2 = 60 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 60 \times 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = 5/4 \times 10^{15} J = 5/4 \times 10^{12} kJ$$

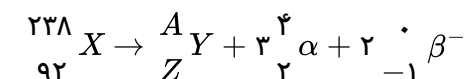
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

الف) صحیح است. پروتون‌ها و نوترون‌ها به ترتیب عدد اتمی و عدد جرمی (مجموع پروتون و نوترون) را تعیین می‌کنند که ویژگی‌های هسته را مشخص می‌کند.

ب) صحیح است. تعداد پروتون‌ها، هویت شیمیایی یک اتم و جایگاه در جدول تناوبی و ... را مشخص می‌کنند.

پ) غلط است. نوکلئون انرژی کوانتومی دارد و بازه‌های مشخصی است. کمیت پیوسته و دلخواه نیست.

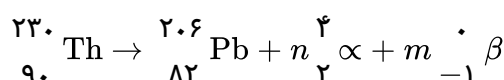
ت) غلط است. الکترون‌ها برانگیخته می‌شوند، نه هسته‌ها.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با نوشتن معادله واپاشی داریم:

$$\begin{cases} 238 = A + 4 + (2 \times 0) \rightarrow A = 230 \\ 92 = Z + 2 - 0 \rightarrow Z = 90 \\ N = A - Z \rightarrow N = 230 - 90 = 140 \end{cases}$$

حال تعداد نوترون را به دست می‌آوریم:



گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$230 = 206 + 4n \Rightarrow 4n = 24 \Rightarrow n = 6 \Rightarrow \text{ذره آلفا}$$

$$90 = 82 + 2 \times 6 - m \Rightarrow m = 4$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

عبارت الف: در واکنش گداخت هسته‌ای جرم هسته تولید شده، کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است.

ولی مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود؛ بنابراین عبارت نادرست است.

عبارت ب) واکنش گداخت هسته‌ای در مرکز ستارگان در دمای و فشار بالا رخ می‌دهد نه در سطح ستارگان؛ بنابراین،

این عبارت نادرست است.

عبارت‌های پ و ت هر دو درست هستند.

در نتیجه گزینه ۲ یعنی در مجموع دو عبارت نادرست هستند.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۱۳)

$$\begin{aligned} {}_{82}^{211}x &\Rightarrow {}_B^A y + {}_{-1}^0 \beta^- + {}_2^4 \alpha \\ \left. \begin{aligned} 211 &= A + 0 + 4 \Rightarrow A = 207 \\ 82 &= B - 1 + 2 \Rightarrow B = 81 \end{aligned} \right\} &\Rightarrow {}_{81}^{207}y \end{aligned}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. (۱۴)

$$\begin{aligned} {}_Z^A X &\rightarrow {}_2^1 n + {}_2^4 \alpha + {}_Z^{A'} y \\ \left| \begin{aligned} A' + 4 + 2 \times 1 &= A \\ z' + 2 + 2 \times 1 &= z \end{aligned} \right| &\Rightarrow \left| \begin{aligned} A' &= A - 6 \\ z' &= z - 2 \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌توانیم تعداد هسته‌های اولیه را به نسبت ۱ به ۳ بین هسته‌های باقی‌مانده و واپاشیده شده تقسیم کنیم: (۱۵)

$$\text{هسته‌های باقی‌مانده} = \frac{1}{4} N_0 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{2^n} \Rightarrow n = 2$$

این یعنی ۲ نیمه‌عمر معادل $12 = 2 \times 6$ روز سپری شده است.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر جرم باقی‌مانده A به اندازه ۳ مرتبه دیگر نصف شود، با جرم فعلی B برابر می‌شود که این نشان می‌دهد تعداد نیمه‌عمر سپری شده عنصر A به همین تعداد کمتر است. (۱۶)

$$24g \rightarrow 12g \rightarrow 6g \rightarrow 3g \Rightarrow n_B - n_A = 3$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. (۱۷)

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هر چه اختلاف مجموع جرم نوکلئون‌ها و جرم هسته بیشتر باشد، هسته پایدارتر است. در ایزوتوپ‌های سنگین $N > Z$ است. در هر نیمه عمر تعداد هسته‌های واپاشیده شده با تعداد هسته‌های باقی مانده در پایان آن نیمه‌عمر یکسان است. (۱۸)

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. جرم اولیه ماده رادیواکتیو $128g = 16 + 112$ است: (۱۹)

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n} \rightarrow \frac{16}{128} = \frac{1}{2^n} \rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow 3 = \frac{12}{T_{1/2}} \rightarrow T_{1/2} = 4 \text{ ماه}$$

$$n' = \frac{24}{4} = 6$$

$$\frac{m'}{m_0} = \frac{1}{2^{n'}} \rightarrow \frac{m'}{128} = \frac{1}{2^6} \rightarrow m' = 2g$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. (۲۰)

$$q = ze \Rightarrow 3 / 2 \times 10^{-12} \times 10^{-6} = z \times 1 / 6 \times 10^{-19}$$

$$\left\{ \begin{aligned} z &= \frac{3 / 2 \times 10^{-18}}{1 / 6 \times 10^{-19}} = 20 \Rightarrow Z = 20 \\ N &= A - Z \Rightarrow N = 40 - 20 = 20 \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{N}{Z} = \frac{20}{20} = \frac{1}{1}$$

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	۴

