

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

Индивидуальное домашнее задание №1 по курсу Ядерная физика состоит из 6 задач, каждая из которых посвящена определенной тематике курса ЯФ. Структура ИДЗ, по темам курса ЯФ:

Задачи № 1-2 – Строение ядра. Правила смещения.

Задача № 3 – Закон простого радиоактивного распада.

Задача № 4 – Активность.

Задача № 5 – Сложный радиоактивный распад.

Задачи № 6 – Энергия связи ядра. Формула Вайцзекера.

Условия задач приведены в виде сводных таблиц, в которых в зависимости от типа задачи приведены:

а) Рассматриваемые нуклиды – для типовых задач. (Задачи № 1, 2, 6).

б) Непосредственно условие задачи. (Задачи № 3, 4, 5).

Задача №1. Определить атомные номера, массовые числа и химические символы ядер, которые получатся, если в ядрах (табл. №1), протоны заменить нейтронами, а нейтроны — протонами.

Задача №2. Определить атомные номера, массовые числа и химические символы ядер, которые получатся, если ядро (табл. №1) испытывает:

- а) β^- – распад;
- б) β^+ – распад;
- в) K^- захват;
- г) α – распад

Таблица №1.

Номер варианта	Задача №1.	Задача №2 а)	Задача №2 б)	Задача №2 в)	Задача №2 г)
1	${}^3\text{H}, {}^{15}\text{N}$	${}^{10}\text{Be}$	${}^{26}\text{Al}$	${}^{41}\text{Ca}$	${}^{214}\text{Ac}$
2	${}^7\text{Be}, {}^3\text{He}$	${}^{31}\text{Si}$	${}^{13}\text{N}$	${}^{27}\text{Co}$	${}^{236}\text{U}$
3	${}^{23}\text{Mg}, {}^{11}\text{B}$	${}^{82}\text{Br}$	${}^{14}\text{O}$	${}^{128}\text{I}$	${}^{210}\text{Po}$
4	${}^{13}\text{C}, {}^7\text{Li}$	${}^{28}\text{Al}$	${}^{22}\text{Na}$	${}^{65}\text{Zn}$	${}^{239}\text{Pu}$
5	${}^{13}\text{N}, {}^{23}\text{Na}$	${}^{20}\text{F}$	${}^{17}\text{F}$	${}^{18}\text{F}$	${}^{232}\text{Th}$
6	${}^{16}\text{O}, {}^{11}\text{C}$	${}^{39}\text{Ar}$	${}^{12}\text{N}$	${}^{51}\text{Cr}$	${}^8\text{Be}$
7	${}^3\text{H}, {}^{11}\text{B}$	${}^{14}\text{C}$	${}^{11}\text{C}$	${}^{21}\text{Mg}$	${}^{230}\text{Np}$
8	${}^{23}\text{Na}, {}^7\text{Li}$	${}^{35}\text{S}$	${}^{15}\text{O}$	${}^{22}\text{Na}$	${}^{226}\text{Ra}$
9	${}^7\text{Be}, {}^{13}\text{N}$	${}^{60}\text{Co}$	${}^{18}\text{F}$	${}^7\text{Be}$	${}^{235}\text{U}$
10	${}^{23}\text{Mg}, {}^3\text{He}$	${}^{24}\text{Na}$	${}^{58}\text{Co}$	${}^{44}\text{Ti}$	${}^{210}\text{Bi}$
11	${}^{11}\text{C}, {}^{15}\text{N}$	${}^{36}\text{Cl}$	${}^8\text{B}$	${}^{37}\text{Ar}$	${}^{238}\text{Pu}$
12	${}^{13}\text{C}, {}^{16}\text{O}$	${}^3\text{H}$	${}^{30}\text{P}$	${}^{40}\text{K}$	${}^{222}\text{Ra}$
13	${}^{23}\text{Mg}, {}^{13}\text{C}$	${}^{27}\text{Mg}$	${}^{65}\text{Zn}$	${}^{36}\text{Cl}$	${}^{234}\text{U}$
14	${}^3\text{He}, {}^{11}\text{C}$	${}^{42}\text{K}$	${}^{23}\text{Mg}$	${}^{11}\text{C}$	${}^{226}\text{Pa}$
15	${}^3\text{H}, {}^{23}\text{Mg}$	${}^{32}\text{P}$	${}^{52}\text{Mn}$	${}^{50}\text{V}$	${}^{238}\text{U}$

Задача № 3. Условия задач по вариантам приведены в таблице № 2.

Таблица №2.

Номер варианта	Задача № 3.
1	Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния ^{225}Ac останется через 5 сут? Через 15 сут?
2	За 1 год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз оно уменьшится за 2 года?
3	За какое время t распадается $1/4$ начального количества ядер радиоизотопа, если период его полураспада $T_{1/2} = 24$ ч?
4	Какая доля первоначального количества ядер ^{90}Sr , останется через 10 и 100 лет.
5	Найти период полураспада ^{238}U относительно спонтанного деления, если известно, что число таких распадов в $m = 1,00$ г чистого ^{238}U равно $\delta N = 25$ за $\delta t = 60$ мин.
6	Какая доля радиоактивных ядер кобальта, период полураспада которых 71,3 дня, распадется за месяц?
7	Найти вероятность распада радиоактивного ядра за промежуток времени t , если его постоянная распада равна λ .
8	Какова вероятность W того, что данный атом в радиоизотопе йода ^{131}I распадается в течение ближайшей секунды?
9	Показать, что среднее время жизни радиоактивных ядер $\tau = 1/\lambda$, где λ — их постоянная распада.
10	При распаде радиоактивного полония ^{210}Po в течение времени $t = 1$ ч образовался гелий ^4He , который при нормальных условиях занял объем $V = 89,5$ см ³ . Определить период полураспада $T_{1/2}$ полония.
11	Какая доля первоначального количества ядер ^{90}Sr , распадается за 1 сутки; за 15 лет?
12	Какое число α -распадов происходит в препарате ^{210}Po в течении 30 сек.?
13	Уран ^{234}U является продуктом распада наиболее распространенного изотопа урана ^{238}U . Определить период полураспада $T_{1/2}$ урана ^{234}U , если его массовая доля ω в естественном уране равна $6 \cdot 10^{-5}$.
14	Имеется пучок нейтронов с кинетической энергией 0.025 эВ. Какая доля нейтронов распадется на длине пучка 2 м.
15	При изучении β -распада радиоизотопа Mg^{23} в момент $t_1 = 0$ был включен счетчик. К моменту $t = 2,0$ с он зарегистрировал N_1 β -частиц, а к моменту $t_2 = 3t_1$ — в 2,66 раза больше. Найти среднее время жизни данных ядер

Задача № 4. Условия задач по вариантам приведены в таблице № 3.

Таблица № 3.

Номер варианта	Задача № 4.
1	Вычислить постоянную распада, среднее время жизни и период полураспада радиоактивного нуклида, активность которого уменьшается в 1,07 раза за 100 сут.
2	Определить возраст древних деревянных предметов, у которых удельная активность ^{14}C составляет $\eta=0,60$ удельной активности этого же нуклида в только что срубленных деревьях.
3	Определить число радиоактивных ядер в свежеприготовленном препарате ^{82}Br , если известно, что через сутки его активность становится $A=7,4 \cdot 10^9$ Бк (0,20 Ки).
4	Определить число N атомов, распадающихся в радиоактивном изотопе за время $t = 10$ с, если его активность $A = 0,1$ МБк. Считать активность постоянной в течение указанного времени.
5	Активность A препарата уменьшилась в $k = 250$ раз. Скольким периодам полураспада $T_{1/2}$ равен протекший промежуток времени t ?
6	За время $t = 1$ сут активность изотопа уменьшилась от $A_1 = 118$ ГБк до $A_2 = 7,4$ ГБк. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого нуклида.
7	На сколько процентов снизится активность A изотопа иридия ^{192}Ir за время $t = 30$ сут?
8	Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ^{90}Sr уменьшится в $k_1 = 10$ раз? в $k_2 = 100$ раз?
9	Вычислить удельную активность a кобальта ^{60}Co .
10	Найти отношение массовой активности a_1 стронция ^{90}Sr к массовой активности a_2 радия ^{226}Ra .
11	Удельная активность препарата, состоящего из активного Co^{58} и неактивного Co^{59} , составляет $2,2 \cdot 10^{12}$ расп./с·г). Период полураспада Co^{58} равен 71,3 суток. Найти отношение массы Co^{58} в этом препарате к массе препарата (в %).
12	Найти массу m_1 урана ^{238}U , имеющего такую же активность A , как стронций ^{90}Sr массой $m_2 = 1$ мг.
13	Сколько миллиграммов β -активного ^{89}Sr следует добавить к $m = 1,0$ мг неактивного стронция, чтобы удельная активность препарата стала равной $5,07 \cdot 10^{13}$ Бк/г (1370 Ки/г)
14	В начальный момент активность некоторого радиоизотопа составляла 650 частиц/мин. Какова будет активность этого препарата по истечении половины его периода полураспада.
15	Вычислить удельные активности изотопов Na^{24} и U^{236} , периоды полураспада которых равны соответственно 15 ч и $7,1 \cdot 10^8$ лет.

Задача № 5 Условия задач по вариантам приведены в таблице № 4.

Таблица № 4.

Номер варианта	Задача № 5.
1	Определить массу m_2 радона ^{222}Rn , находящегося в радиоактивном равновесии с радием ^{226}Ra массой $m_1 = 1$ г.
2	Радионуклид образуется с постоянной скоростью так, что каждую секунду возникает q радиоактивных ядер. Постоянная распада этих ядер равна λ . Считая, что в момент $t = 0$ число данных ядер $N(0)=0$, найти закон накопления их со временем.
3	Радионуклид ^{27}Mg образуется с постоянной скоростью $q = 5,0 \cdot 10^{10}$ ядер/с. В момент $t = 0$ число ядер ^{27}Mg равно нулю. Найти количество этих ядер, которое накопится в препарате через промежуток времени значительно превосходящий его период полураспада.
4	Радиоизотоп N_1 испытывает превращения по цепочке $N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow N_3$ (стабилен) с соответствующими постоянными распада λ_1 и λ_2 . Считая, что в начальный момент препарат содержал только ядра изотопа N_1 в количестве N_{10} , найти закон накопления стабильного изотопа N_3
5	Радионуклид ^{124}Sb образуется с постоянной скоростью $q = 1,0 \cdot 10^9$ ядер/с. С периодом полураспада $T = 60$ сут он превращается в стабильный нуклид ^{124}Te , какая масса нуклида ^{124}Te накопится в препарате за $t = 120$ сут после начала его образования.
6	Радионуклид ^{124}Sb образуется с постоянной скоростью $q = 1,0 \cdot 10^9$ ядер/с. С периодом полураспада $T = 60$ сут он превращается в стабильный нуклид ^{124}Te . Найти, через сколько времени после начала образования активность нуклида ^{124}Sb станет $A = 3,7 \cdot 10^8$ (10 мКи).
7	Уран ^{234}U является продуктом распада наиболее распространенного изотопа урана ^{238}U . Определить период полураспада $T_{1/2}$ урана ^{234}U , если его массовая доля ω в естественном уране ^{238}U равна $6 \cdot 10^{-5}$.
8	Радионуклид ^{27}Mg образуется с постоянной скоростью $q = 5,0 \cdot 10^{10}$ ядер/с. В момент $t = 0$ число ядер ^{27}Mg равно нулю. Найти количество этих ядер, которое накопится в препарате через промежуток времени значительно превосходящий его период полураспада.
9	Радионуклид ^{124}Sb образуется с постоянной скоростью $q = 1,0 \cdot 10^9$ ядер/с. С периодом полураспада $T = 60$ сут он превращается в стабильный нуклид ^{124}Te . Найти, через сколько времени после начала образования активность нуклида ^{124}Sb станет $A = 3,7 \cdot 10^8$ (10 мКи).
10	<p>Радиоактивный изотоп Bi^{210} распадается по цепочке</p> $\text{Bi}^{210} \xrightarrow{\lambda_1} \text{Po}^{210} \xrightarrow{\lambda_2} \text{Pb}^{206} \text{ (стабилен)},$ <p>где постоянные распада $\lambda_1 = 1,60 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, $\lambda_2 = 5,80 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$. Вычислить α- и β-активности препарата Bi^{210} массы 1,00 мг через месяц после его изготовления.</p>

11	Радиоизотоп N_1 испытывает превращения по цепочке $N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow N_3$ (стабилен) с соответствующими постоянными распада λ_1 и λ_2 . Считая, что в начальный момент препарат содержал только ядра изотопа N_1 в количестве N_{10} , найти закон накопления стабильного изотопа N_3
12	Радиоизотоп P^{32} , период полураспада которого $T = 14,3$ суток, образуется в ядерном реакторе с постоянной скоростью $q = 2,7 \cdot 10^9$ ядер/с. Через сколько времени после начала образования этого радиоизотопа его активность станет $A = 1,0 \cdot 10^9$ расп./с?
13	<p>Радиоактивный изотоп Bi^{210} распадается по цепочке</p> $Bi^{210} \xrightarrow{\lambda_1} Po^{210} \xrightarrow{\lambda_2} Pb^{206} \text{ (стабилен)},$ <p>где постоянные распада $\lambda_1 = 1,60 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$, $\lambda_2 = 5,80 \cdot 10^{-8} \text{ с}^{-1}$. Вычислить α- и β-активности препарата Bi^{210} массы 1,00 мг через месяц после его изготовления.</p>
14	Радиоизотоп N_1 испытывает превращения по цепочке $N_1 \rightarrow N_2 \rightarrow N_3$ (стабилен) с соответствующими постоянными распада λ_1 и λ_2 . Считая, что в начальный момент препарат содержал только ядра изотопа N_1 в количестве N_{10} , найти закон накопления стабильного изотопа N_2
15	Радионуклид ^{27}Mg образуется с постоянной скоростью $q = 5,0 \cdot 10^{10}$ ядер/с. В момент $t = 0$ число ядер ^{27}Mg равно нулю. Найти количество этих ядер, которое накопится в препарате через промежуток времени равный периоду полураспада.

Задача №6 Определить энергию связи и удельную энергию связи следующих нуклидов (табл. №5):

- а) С помощью табличных значений дефектов масс атомов;
 б) С помощью формулы Вайцзекера.

Таблица №5.

Номер варианта	Задача № 6 а)	Задача №6 б)
1	${}^2\text{H}, {}^{15}\text{N}, {}^{26}\text{Mg}$	${}^{14}\text{C}$
2	${}^6\text{Li}, {}^{23}\text{Na}, {}^{30}\text{P}$	${}^{42}\text{K}$
3	${}^9\text{Be}, {}^{19}\text{F}, {}^{27}\text{Al}$	${}^{204}\text{Tl}$
4	${}^3\text{He}, {}^{17}\text{O}, {}^{29}\text{Si}$	${}^{65}\text{Cu}$
5	${}^{10}\text{B}, {}^{14}\text{C}, {}^{21}\text{Ne}$	${}^{17}\text{O}$
6	${}^{90}\text{Sr}, {}^{35}\text{Cl}, {}^{58}\text{Co}$	${}^{34}\text{S}$
7	${}^{127}\text{I}, {}^{42}\text{K}, {}^{32}\text{S}$	${}^{26}\text{Mg}$
8	${}^{65}\text{Cu}, {}^{90}\text{Y}, {}^{37}\text{Ar}$	${}^{23}\text{Na}$
9	${}^{204}\text{Tl}, {}^{239}\text{Pu}, {}^{197}\text{Au}$	${}^3\text{He}$
10	${}^{14}\text{N}, {}^{128}\text{I}, {}^3\text{H}$	${}^{232}\text{Th}$
11	${}^{15}\text{O}, {}^{34}\text{S}, {}^{55}\text{Mn}$	${}^{23}\text{Mg}$
12	${}^{209}\text{Bi}, {}^{20}\text{Ne}, {}^{82}\text{Br}$	${}^{90}\text{Y}$
13	${}^{208}\text{Pb}, {}^{28}\text{Al}, {}^{23}\text{Mg}$	${}^{14}\text{N}$
14	${}^{37}\text{Cl}, {}^{232}\text{Th}, {}^{11}\text{C}$	${}^{35}\text{Cl}$
15	${}^{226}\text{Ra}, {}^{32}\text{P}, {}^7\text{Be}$	${}^{19}\text{F}$