

Министерство образования и науки Республики Казахстан
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Д. СЕРИКБАЕВА

Л.Б. Баятанова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ
ЧАСТИЦ**

для студентов специальности 6В05301 -Техническая физика

Усть-Каменогорск
2020

УДК 530

Баятанова Л.Б. Методические указания для самостоятельной работы студента по ядерной физике и физике элементарных частиц для студентов специальности 6В05301 - Техническая физика / Л.Б. Баятанова / ВКТУ. - Усть-Каменогорск, 2020. - 35 с.

Методическое указание содержит материалы для работы студентов самостоятельно .

**Утверждено методическим советом факультета базовой инженерной подготовки
Протокол № ____ от _____ 2020г.**

© Издательство ВКТУ
им. Д. Серикбаева, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1	Основные формулы и законы.....	4
2	Примеры решения задач.....	8
3	Задачи для самостоятельной работы.....	10
4	Матрица ответов	19
	Список литературы.....	20

1 ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ И ЗАКОНЫ

A_ZX – символ нуклида (ядра атома). (1)

$A = Z + N$. – число нуклонов в ядре. (2)

$R = r_0 A^{1/3}$ – радиус ядра. (3)

$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \exp\left\{\frac{r - R_{1/2}}{\delta}\right\}}$ – плотность ядра в зависимости от расстояния от центра

ядра. (4)

$|I| = \hbar \sqrt{I(I+1)}$ – модуль вектора спина ядра. (5)

$\mu = gN\mu_B I$ – магнитный момент ядра. (6)

$\mu_B = \frac{e\hbar}{m_p c}$ – ядерный магнетон Бора. (7)

$eQ = \int \rho(r)(3z^2 - r^2)dv$ – электрический квадрупольный момент ядра. (8)

$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M$ – дефект массы ядра. (9)

$E_{св} = \Delta M c^2 = (Zm_p + Nm_n - M)c^2$ – энергия связи ядра. (10)

$E_{св} = a_v A - a_s A^{2/3} - a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_t \frac{(N-Z)^2}{A} + a_p \delta A^{-1/2}$ – полуэмпирическая формула

Вейцзеккера для энергии связи ядра. (11)

$\hat{H}\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\Delta_r \psi + U\psi = E\psi$ – уравнение Шрёдингера для нуклона в ядре,

где $U = V(r) + USL$, – потенциальная энергия (12)

$V(r) = -\frac{V_0}{1 + \exp\left\{\frac{r-a}{\delta}\right\}}$ – потенциал Вудса–Саксона, где $V(r=a) = \frac{V_0}{2}$,

$\delta = 0,55$ Фм. (13)

$USL = U(r) \cdot (s, l)$ – спин-орбитальное взаимодействие нуклонов. (14)

$j = l + s$ – вектор полного момента нуклона. (15)

$V = V_0 + V_{обм}$. – полный потенциал нуклон-нуклонного взаимодействия, (16)

$$V_o = V_1(r) + V_2(r)(\hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2) + V_3(r)[3(\hat{s}_1 \cdot n)(\hat{s}_2 \cdot n) - \hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2] + V_4(r)(\hat{S} \cdot \hat{L})$$

– потенциал нуклон-нуклонного взаимодействия, (17)

$$V_{обм} = V_1'(r)P_r + V_2'(r)(\hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2)P_s + V_3'(r)[3(\hat{s}_1 \cdot n)(\hat{s}_2 \cdot n) - \hat{s}_1 \cdot \hat{s}_2]P_{rs} + V_4'(r)(\hat{S} \cdot \hat{L})P_r,$$

– обменный потенциал нуклон-нуклонного взаимодействия. (18)

$$N(t) = N_0 \exp\{-\lambda t\} = N_0 e^{-\lambda t} \text{ – закон радиоактивного распада.} \quad (19)$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \text{ – период полураспада ядра.} \quad (20)$$

$$A = \lambda N = A_0 \exp\{-\lambda t\} \text{ – активность радиоактивного изотопа.} \quad (21)$$

$$N = N_A \frac{m}{A} \text{ – число ядер в массе вещества.} \quad (22)$$

$$\lambda_2 N_2 = \lambda_1 N_1 \text{ – вековое уравнение.} \quad (23)$$

$${}^A_Z X = {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He \text{ – формула для альфа-распада ядра,} \quad (24)$$

$$E_{св} \alpha = c^2[-M(A, Z) + M(A-4, Z-2) + M_\alpha(4, 2)] < 0 \text{ – энергия связи альфа-частицы в ядре.} \quad (25)$$

$$E_\alpha = |E_{св} \alpha| = T_\alpha + T_\gamma \text{ – энергия альфа-распада.} \quad (26)$$

$$D = \exp\{-2g\gamma\} \text{ – коэффициент прозрачности при альфа-распаде,} \quad (27)$$

$$V_\alpha = \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2m_\alpha} \text{ – энергия центробежного барьера при альфа-распаде.} \quad (28)$$

$${}^A_Z X = {}^A_{Z+1} Y + {}_{-1}e^- + \tilde{\nu}_e \text{ – отрицательный бета-распад,} \quad (29)$$

$${}^A_Z X = {}^A_{Z-1} Y + {}_{+1}e^+ + \nu_e \text{ – положительный бета-распад,} \quad (30)$$

$${}_{-1}e^- + {}^A_Z X = {}^A_{Z+1} Y + \nu_e \text{ – электронный захват.} \quad (31)$$

$$E_{\beta^-} = c^2[M(A, Z) - M(A, Z+1) - m_e] \text{ – максимальная энергия отрицательного бета распада.} \quad (32)$$

$$E_{\beta^+} = c^2[M(A, Z) - M(A, Z-1) - m_e] \text{ – максимальная энергия положительного бета распада.} \quad (33)$$

$$E_K = c^2[M(A, Z) - M(A, Z-1) + m_e] \text{ – максимальная энергия электронного захвата.} \quad (34)$$

$$A = 4n + a - \text{массовое число нуклидов радиоактивных семейств.} \quad (35)$$

$$E_0 = E_\gamma + T_\gamma - \text{разность между двумя уровнями энергии ядра.} \quad (36)$$

$$T_\gamma = \frac{E_0^2}{2(M \cdot N)c^2} - \text{энергия закрепленного в решетке мессбауэровского ядра.} \quad (37)$$

$$\left(-\frac{dT}{dx}\right)_{\text{ион}} = \frac{4\pi z^2 e^4 n_e}{m_e v^2} \left\{ \ln \left[\frac{m_e v^2}{\bar{I}(1-v^2/c^2)} \right] - \frac{v^2}{c^2} \right\} - \text{формула Бора для ионизационных потерь тяжелой заряженной частицы.} \quad (38)$$

$$\frac{\left(-\frac{dT}{dx}\right)_{\text{рад}}}{\left(-\frac{dT}{dx}\right)_{\text{ион}}} \approx \frac{T_e Z}{800} - \text{формула Бете-Гайтлера} \quad (39)$$

$$I(x) = I_0 \exp\{-\mu x\} - \text{ослабление интенсивности узкого пучка гамма-квантов.} \quad (40)$$

$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} - \text{слой половинного ослабления для узкого пучка гамма-квантов.} \quad (41)$$

$$\mu = n\sigma_f + nZ\sigma_c + n\sigma_\pi - \text{линейный коэффициент ослабления узкого пучка гамма-квантов.} \quad (42)$$

$$A + a \rightarrow b + B - \text{формула одноканальной ядерной реакции.} \quad (43)$$

$$Q_A + q_a \rightarrow Q_B + q_b \quad \text{или} \quad Z_A + z_a \rightarrow Z_B + z_b - \text{закон сохранения электрического заряда в ядерной реакции.} \quad (44)$$

$$\vec{I}_A + \vec{i}_a + \vec{L}_{Aa} \rightarrow \vec{I}_O \rightarrow \vec{I}_B + \vec{i}_b + \vec{L}_{Bb} - \text{закон сохранения спина в ядерной реакции.} \quad (45)$$

$$\vec{P}_A + \vec{p}_a \rightarrow \vec{p}_b + \vec{P}_B - \text{закон сохранения импульса в ядерной реакции.} \quad (46)$$

$$E_{01} + T_1 = E_{02} + T_2 - \text{закон сохранения энергии в ядерной реакции.} \quad (47)$$

$$Q = E_{01} - E_{02} = T_2 - T_1 - \text{энергия реакции.} \quad (48)$$

$$T_{a\min} = \left(1 + \frac{m_a}{M_A}\right) |Q| - \text{энергетический порог в эндонергетической реакции.} \quad (49)$$

$$d\sigma = \frac{dN}{nv} - \text{дифференциальное сечение.} \quad (50)$$

$$\sigma_a = \sum_{l=0}^{R/\bar{\lambda}} (2l+1) \pi \bar{\lambda}^2 \cdot D_l \eta_l - \text{сечение поглощения.} \quad (51)$$

$$W = \frac{v}{N_0} = n \int_0^T \frac{\sigma(T)}{\left| \frac{dT}{dx} \right|} dT - \text{выход в ядерной реакции.} \quad (52)$$

$$\sigma(n, \gamma) = \sigma^* \frac{\Gamma_\gamma}{\Gamma} = \frac{2J+1}{(2I+1)(2s+1)} \cdot \pi \bar{\lambda}^2 \cdot \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{(T-T_0)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}} - \text{формула Брейта-Вигнера для сечения радиационного захвата нейтрона.} \quad (53)$$

$$\sigma(n, n') = \sigma^* \frac{\Gamma_n}{\Gamma} = \frac{2J+1}{(2I+1)(2s+1)} \cdot \pi \bar{\lambda}^2 \cdot \frac{\Gamma_n^2}{(T-T_0)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}} - \text{формула Брейта-Вигнера для резонансного сечения неупругого рассеяния нейтрона.} \quad (54)$$

$$\sigma(n, \gamma) \sim \frac{1}{v^2} \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{0 + \Gamma_\gamma^2} \sim \frac{1}{v} - \text{«закон } 1/v \text{» для нейтронного сечения.} \quad (55)$$

$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{140}\text{Ba} + {}_{36}^{94}\text{Kr}^* + 2{}_0^1\text{n} + Q - \text{один из выходных каналов реакции деления ядра урана-235 нейтроном.} \quad (56)$$

$$QT = T_{\text{оскл}} + T_{\text{оскт}} + E_n + E_\gamma \text{ м} + E_\beta + E_\gamma \text{ пр} + E_\gamma = 204 \text{ МэВ} - \text{полная энергия деления ядра урана.} \quad (57)$$

$$I(x) = I_0 \exp\{-n\sigma x\} - \text{закон ослабления узкого пучка нейтронов в веществе.} \quad (58)$$

$$\xi = \ln \frac{\overline{T'}}{T''} = 1 + \frac{(A-1)^2}{2A} \cdot \ln \frac{A-1}{A+1} - \text{среднелогарифмическая потеря энергии нейтрона при замедлении в веществе.} \quad (59)$$

$$\bar{\lambda}_s = \frac{1}{n\sigma_s} - \text{длина замедления нейтрона.} \quad (60)$$

$$\lambda_{tr} = \frac{\lambda_s}{1 - \cos \theta}, \text{ где } \overline{\cos \theta} = \frac{2}{3A} - \text{транспортная длина замедления нейтрона} \quad (61)$$

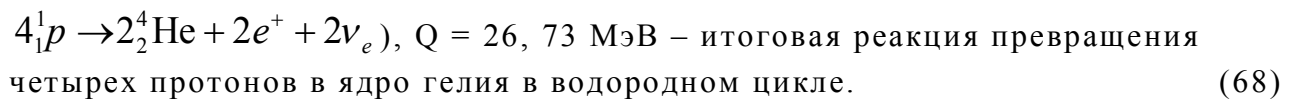
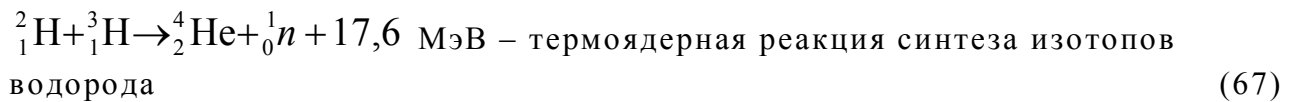
$$D = \frac{\lambda_{tr} v}{3} - \text{коэффициент диффузии нейтрона.} \quad (62)$$

$$n = n_0 \exp\left\{ + \frac{K-1}{\tau} t \right\} - \text{закон размножения нейтронов в цепной реакции деления.} \quad (63)$$

$$K_\infty = \frac{n \eta \epsilon p f}{n} = \eta \epsilon p f - \text{формула четырех сомножителей для коэффициента размножения нейтронов в бесконечной среде.} \quad (64)$$

$$\eta = v \frac{\sigma_f}{\sigma_f + \sigma_\gamma(^{235}_{92}\text{U}) + R \sigma_\gamma(^{238}_{92}\text{U})} = 1,33 - \text{среднее число быстрых нейтронов деления.} \quad (65)$$

$$f = \frac{\sigma_U \rho_U}{\sigma_U \rho_U + \sigma_3 \rho_3} - \text{коэффициент теплового использования нейтронов.} \quad (66)$$



2 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача 1. В запаянной ампуле содержалось некоторое количество радиоактивного радона. За $t = 11,4$ дня его количество уменьшилось в $N_1/N_0 = 1/8$ раз.

Каков период полураспада $T_{1/2}$ радона?

Решение.

$$t = 11,4 \text{ дня}$$

$$N_1/N_0 = 1/8$$

В соответствии с законом радиоактивного распада $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_0}}$ находим:

$T_{1/2}$ -?

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{8} = 2^{-3} = 2^{-\frac{t}{T_{92}}}$$

Из этого соотношения, приравняв показатели степеней, определяем $\frac{t}{T_{92}} = 3$

$$\text{Откуда находим } T_{1/2} = \frac{t}{3} = 3,8 \text{ сут}$$

Ответ: $T_{1/2} = 3,8$ сут

Задача 2. Во сколько раз отличается напряженность электрического поля ядра на второй и третьей боровских орбитах атома водорода? Найти напряженность поля на первой боровской орбите. Радиус первой боровской орбиты $r_B = 0,529 \cdot 10^{-10}$ м. Заряд электрона $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл. Постоянная закона Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

Решение.

$$\begin{aligned} r_B &= 0,529 \cdot 10^{-10} \text{ м} \\ e &= 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \\ k &= 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2 \end{aligned}$$

E_1 -?

Поле ядра можно рассматривать как поле точного заряда:

$$E_n = k \frac{e}{r_n^2}, \text{ где } r_n \text{ — радиус } n\text{-й боровской орбиты.}$$

$$E_1 = \frac{E_2}{E_3} = \frac{r_3^2}{r_2^2} = \left(\frac{3}{2}\right)^4 = 5,1$$

Ответ: $E_1 = 5,1 \cdot 10^{11}$ В/м

Задача 3. Вычислить в а. е. м. массу атома Li^8 , энергия связи ядра которого 41,3 МэВ;

Решение.

$$E_{CB} = 41,3 \text{ МэВ};$$

M -?

$$E_{CB} = Z \cdot \Delta m H + (A - Z) \cdot \Delta m_n - \Delta$$

$$\Delta = Z \cdot \Delta m H + (A - Z) \cdot \Delta m_n - E_{CB}$$

$$M = A + \Delta = Z \cdot \Delta m H + (A - Z) \cdot \Delta m_n - E_{CB} + A$$

$$M = 3 \cdot 0,00783 + 5 \cdot 0,00867 - \frac{41,3}{931,5} + 8 = 0,0225 \text{ а.е.м}$$

Ответ: $M = 0,0225$ а. е. м

3 ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Какая частица образуется в результате ядерной реакции ... ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^7_4\text{Be} + x$

- A) Протон
- B) Нейтрон
- C) α - частица
- D) γ - квант
- E) Электрон

2. Для тяжелых ядер соотношение числа нейтронов N и протонов Z имеет вид ...

- A) $\frac{Z}{N} = 1$
- B) $\frac{N}{Z} < 1$
- C) $\frac{N}{Z} \approx 1$
- D) $\frac{N}{Z} > 1$
- E) $\frac{N}{Z} \approx 10$

3. Что называется массовым числом ядра?

- A) Количество позитронов в ядре
- B) Количество электронов
- C) Количество протонов в ядре
- D) Количество нейтронов в ядре
- E) Количество нуклонов в ядре

4. Атомы какого из указанных элементов содержат наименьшее количество электронов?

- A) ${}^{36}_{17}\text{Cl}$
- B) ${}^{115}_{49}\text{In}$
- C) ${}^{108}_{47}\text{Ag}$
- D) ${}^{207}_{82}\text{Pb}$
- E) ${}^{39}_{19}\text{K}$

5. Постоянная распада радиоактивного изотопа равна $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$. Чему равен его период полураспада?

- A) $\approx 6,9 \cdot 10^3 \text{ c}$
- B) $\approx 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ c}$
- C) 10^4 c
- D) $6,93 \text{ c}$
- E) $1,4 \text{ c}$

6. Чему равен заряд ядра? ${}^{39}_{18}\text{Ar}$

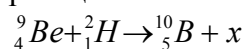
- A) 57

- B)39
- C)18
- D)43
- E)21

7. Укажите формулу, выражающую энергию связи ядра.

- A) $m_{\text{я}} - [Zm_p - (A - Z)m_n]$
- B) $\Delta m \cdot c^2 / A$
- C) $m_{\text{я}} \cdot c^2$
- D) $[Zm_p + (A - Z)m_n]c^2 - m_{\text{я}}c^2$
- E) $[Zm_p + (A - Z)m_n]c^2$

8. Укажите зарядовое Z и массовое A числа частицы x , образовавшейся в результате ядерной реакции



- A) $Z=0, A=12$
- B) $Z=3, A=7$
- C) $Z=1, A=1$
- D) $Z=0, A=1$
- E) $Z=5, A=11$

9. Свойства разрешённых энергетических зон в кристалле:

1-каждая зона содержит столько энергетических уровней, сколько атомов в кристалле;

2-расстояние между уровнями в зоне $\Delta E \sim 10^{-23} \text{ эВ}$;

3-расстояние между уровнями в зоне $\Delta E \sim 10^{-2} \text{ эВ}$;

4-ширина зоны зависит от числа атомов в кристалле;

5-ширина зоны не зависит от числа атомов.

- A) 1, 2 и 5
- B) 1, 3 и 4
- C) 3 и 5
- D) Только 4
- E) Только 5

10. Как изменится порядковый номер химического элемента в периодической системе в результате β^- – распада ядер его атом

- A) Увеличится на единицу
- B) Уменьшится на два
- C) Не изменится
- D) Уменьшится на единицу
- E) Уменьшится на единицу или в два раза

11. Атом лития содержит 3 электрона, 3 протона и 4 нейтрона. Массовое число ядра атома равно

- A)10
- B)3
- C)4
- D)6
- E)7

12. Укажите закон радиоактивного распада ядер.

- A) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- B) $I = I_0 e^{-\lambda x}$
- C) $N = N_0 e^{-\lambda t}$
- D) $a = \frac{dN}{dt}$
- E) $dN = N\lambda dt$

13. Примерно во сколько раз радиус атома больше радиуса атомного ядра?

- A) 10^3
- B) 10^5
- C) 10^4
- D) 10^3
- E) 10

14. Сколько нейтральных частиц в ядре ${}^7_3\text{Li}$

- A) 7
- B) 10
- C) 0
- D) 4
- E) 3

15. Ядро ${}^A_Z X$ претерпело радиоактивное превращение с испусканием позитрона. Каковы характеристики дочернего ядра Y.

- A) ${}^{A-1}_{Z-1} Y$
- B) ${}^{A-1}_{Z-1} Y$
- C) ${}^{A-2}_Z Y$
- D) ${}^{A-1}_{Z+1} Y$
- E) ${}^{A-1}_Z Y$

16. Из каких элементарных частиц состоит атомное ядро?

- A) Протонов и нейтронов
- B) Протонов и электронов
- C) Нейтронов и электронов
- D) Нейтронов и позитронов
- E) Протонов и позитронов

17. Активностью радиоактивного препарата называется...

- A) суммарная энергия частиц, излучаемых препаратом за единицу
- B) времени число распадов, происходящих в препарате за единицу времени
- C) время, за которое распадается половина первоначального количества ядер
- D) среднее время жизни радиоактивного ядра
- E) число распадов, приводящих к уменьшению первоначального количества ядер на 1 %

18. Энергия Ферми определяется формулой.

A) $\frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}$

B) $V \frac{(2m)^{3/2}}{2\pi^2 \hbar^3}$

C) $\frac{ne^2 \tau}{m}$

D) $e^{-\frac{\Delta E}{2kT}}$

E) $\frac{\hbar^2}{2m}$

19. Какие частицы входят в состав атомного ядра.

- A) Нейтроны и электроны
- B) α – частицы, нейтроны, протоны
- C) Электроны, нейтроны, протоны
- D) Нейтроны и протоны
- E) Только протоны

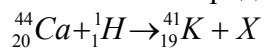
20. Чему примерно равно отношение массы атома к массе его атомного ядра?

- A) 4000
- B) 1
- C) 2000
- D) 1/2000
- E) 1/1000

21. Что называется периодом полураспада радиоактивного элемента?

- A) Время, за которое число ядер элемента уменьшается в e раз
- B) Число распадов, происходящих в препарате за единицу времени
- C) Число распадов приводящих к уменьшению первоначального количества ядер на 1 %
- D) Среднее время жизни радиоактивного ядра
- E) Время, за которое распадается половина первоначального количества ядер

22. Укажите зарядовое Z и массовое A числа частицы X , образовавшейся в ядерной реакции



- A) $Z = 2, A = 4$
- B) $Z = 4, A = 2$
- C) $Z = 0, A = 4$
- D) $Z = 1, A = 2$
- E) $Z = 2, A = 2$

23. Как связаны между собой период полураспада T радиоактивного элемента и постоянная распада λ

- A) $T = (\ln 2) / \lambda$
- B) $T = 1 / \lambda$
- C) $\lambda = \nu T$
- D) $\lambda = cT$
- E) $\lambda = \beta T$

24. Какая из формул выражает закон радиоактивного превращения.

- A) $\tau = 1/\lambda$
- B) $T = (\ln 2)/\lambda$
- C) $N = N_0 \exp(-\lambda t)$
- D) $N_0/2 = N_0 \exp(-\lambda t)$
- E) $A = \frac{dN}{d\lambda}$

25. Какая из указанных ниже групп атомов образует семейство изотопов одного химического элемента?

- A) Атомы, ядра которых содержат одинаковое суммарное число протонов и нейтронов, но различное число этих частиц по отдельности
- B) Атомы, отличающиеся числом электронов в них
- C) Атомы, ядра которых содержат различное число протонов
- D) Атомы, ядра которых отличаются только числом нейтронов в них
- E) Молекулы, ядра которых содержат различное число протонов

26. Ниже перечислены некоторые свойства известных в природе сил:

- 1 - Силы уменьшаются с расстоянием, дальнедействующие
- 2 - Обладают свойством насыщения
- 3 - Уменьшаются с расстоянием, короткодействующие
- 4 - Центральные силы

Какие из указанных свойств присущи ядерным силам.

- A) 4 и 1
- B) 1 и 2
- C) 3 и 4
- D) 2 и 3
- E) 2 и 4

27. Каким из перечисленных свойств не обладают ядерные силы?

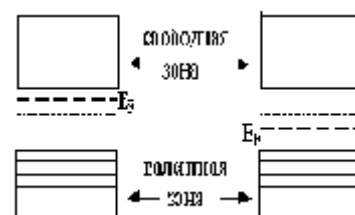
- A) Зарядовая независимость сил
- B) Короткодействующие силы
- C) Центральные силы
- D) Насыщение сил
- E) Ядерные силы зависят от спинов нуклонов

28. Какова величина запрещённой зоны ΔE (по порядку величины) для диэлектриков.

- A) $\Delta E \sim 10 \text{ эВ}$
- B) $\Delta E \sim 0,1 \text{ эВ}$
- C) $\Delta E \sim 10^{-23} \text{ эВ}$
- D) $\Delta E \sim 1 \text{ эВ}$
- E) $\Delta E \sim 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ эВ}$

29. На рисунке схематически представлены энергетические спектры электронов двух кристаллов. Укажите принадлежность их определённому типу веществ.

- A) 1-полупроводник n-типа, 2- полупроводник p-типа
- B) 1-полупроводник n-типа, 2-металл
- C) 1- металл, 2- полупроводник p-типа
- D) Оба - собственные полупроводники



Е) 1- полупроводник р-типа, 2- полупроводник n-типа

30. Через p/n-переход протекает ток основных носителей, если потенциал φ_p полупроводника р-типа и потенциал φ_n полупроводника n-типа имеют значения/

А) $\varphi_p > 0, \varphi_n < 0$

В) $\varphi_p > 0, \varphi_n > 0$

С) $\varphi_p = \varphi_n$

Д) $\varphi_p < 0, \varphi_n > 0$

Е) $\varphi_p = 0, \varphi_n > 0$

31. Если валентная зона энергетических уровней в кристалле, граничащая с запрещённой зоной, полностью заполнена, то кристалл является.

А) Металлом

В) Диэлектриком

С) Полупроводником

Д) Металлом или полупроводником

Е) Диэлектриком или полупроводником

32. Энергия связи нуклонов в ядре равна

А) сумме масс всех частиц, составляющих ядро

В) энергии связи, приходящейся на один нуклон

С) количеству энергии, выделяющейся в ядерной реакции.

Д) разности между массой данного изотопа и его массовым числом, т.е. числом нуклонов в ядре

Е) работе, которую нужно совершить, чтобы разделить ядро на составляющие его нуклоны

33. Какой заряд Z и массовое число A будет иметь атомное ядро, получившееся из изотопа полония ${}^{214}_{84}\text{Po}$, после α - распада.

А) $Z=82, A=214$

В) $Z=84, A=210$

С) $Z=80, A=214$

Д) $Z=80, A=210$

Е) $Z=82, A=210$

34. Что называется цепной реакцией?

А) Реакция объединения атомов в молекулы

В) Реакция синтеза ядер

С) Реакция, в которой частицы, вызывающие ее образуются как продукты этой реакции

Д) Термоядерная реакция, в которой получаются изотопы ядер данного вещества

Е) Реакция ионизации атомов.

35. С помощью счетчика Гейгера можно определить

А) массу частиц

В) количество частиц

С) скорость частиц

Д) энергию частиц

Е) все перечисленное

36. Укажите, какие из ядер имеют наибольшее отношение числа нейтронов к числу протонов.

- A) ${}^{14}_7N$
- B) 1_1H
- C) 9_4Be
- D) 7_3Li
- E) ${}^{11}_5D$

37. Каков период полураспада радиоактивного элемента, если его активность уменьшилась в 4 раза за 8 дней?

- A) 1 дня
- B) 2 дня
- C) 4 дня
- D) 6 дня
- E) 8 дня

38. Определить постоянную распада изотопа радия, если период полураспада равен 0,001с

λ – постоянная распада ${}_{88}Ra^{219}$

- A) $6930c^{-1}$
- B) $0.001c^{-1}$
- C) $1000c^{-1}$
- D) $10c^{-1}$
- E) $693c^{-1}$

39. Укажите второй продукт ядерной реакции ${}^9_4Be + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + ?$

- A) α
- B) p
- C) e
- D) γ
- E) n

40. Закончить термоядерную реакцию. ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + X$

- A) 2n
- B) 2e
- C) n
- D) p
- E) e

41. Как изменится полная энергия системы из двух свободных протонов и двух нейтронов при соединении их в атомное ядро гелия?

- A) Уменьшится
- B) Увеличится
- C) Не изменится
- D) Может уменьшиться или остаться неизменной
- E) Может увеличиться или остаться неизменной

42. Какая часть атомов радиоактивного препарата распадается за время, равное двум периодам полураспада?

- A) 0,75
- B) 0,35
- C) 0,5
- D) 1,04
- E) 0,25

43. Определить активность радиоактивного препарата, если за 10 секунд в нем распалось 10^6 ядер радиоактивного изотопа. Считать активность постоянной в течение данного промежутка времени.

- A) 1 Бк
- B) 10^5 Бк
- C) 10^{-5} Бк
- D) 10^6 Бк
- E) 10^7 Бк

44. Считая, что молекулы воды имеют вид шариков, соприкасающихся друг с другом, найти диаметр d молекул, находящихся в 1 куб. мм.

- A) 212 пм
- B) 311 пм
- C) 182 пм
- D) 230 пм
- E) 412 пм

45. Чему равен заряд ядра элемента фтора? ${}^{19}_9F$ заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$

- A) 28 e
- B) 10 e
- C) 19 e
- D) 9 e
- E) e

46. Правило смещения при радиоактивном альфа-распаде имеет вид...

${}_Z X^A$ – материнское ядро

Y – символ дочернего ядра

${}_2 He^4$ – ядро гелия

${}_{-1} e^0$ – символ электрона

- A) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z-4} Y^{A-2} + {}_2 He^4$
- B) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z+1} Y^A + {}_{-1} e^0$
- C) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z-2} Y^{A-4} + {}_2 He^4$
- D) ${}_Z X^A \rightarrow {}_Z Y^A + {}_{-1} e^0$
- E) ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z+2} Y^{A+4} + {}_{-1} e^0$

47. Ядро состоит из 90 протонов и 144 нейтронов. После испускания двух бета-частиц и одной альфа-частицы, это ядро будет иметь

- A) 90 протонов и 140 нейтронов
- B) 85 протонов и 140 нейтронов
- C) 87 протонов и 140 нейтронов

- D) 90 протонов и 142 нейтронов
- E) 96 протонов и 142 нейтронов

48. В результате ряда радиоактивных превращений ядро урана превратилось в ядро свинца. Укажите число альфа- и бета-распадов, в результате которых это произошло. ${}_{92}\text{U}^{235} \rightarrow {}_{82}\text{Pb}^{207}$

- A) 7α – и 4β – распадов
- B) 4α – и 7β – распадов
- C) α – и 8β – распадов
- D) 7α – и 3β – распадов
- E) 8α – и 3β – распадов

49. При поглощении ядром марганца одного протона образовалось другое ядро и нейтрон. Какое это ядро? ${}_{25}\text{Mn}^{55}$

- A) ${}_{26}\text{Fe}^{55}$
- B) ${}_{25}\text{Mn}^{56}$
- C) ${}_{24}\text{Cr}^{34}$
- D) ${}_{25}\text{Mn}^{54}$
- E) ${}_{26}\text{Fe}^{57}$

4 МАТРИЦА ОТВЕТОВ

1	B	26	D
2	D	27	C
3	E	28	A
4	A	29	A
5	A	30	A
6	B	31	E
7	D	32	E
8	D	33	E
9	A	34	C
10	A	35	B
11	E	36	D
12	C	37	C
13	B	38	E
14	D	39	E
15	A	40	C
16	A	41	A
17	B	42	A
18	A	43	B
19	D	44	B
20	B	45	D
21	E	46	C
22	A	47	A
23	A	48	A
24	C	49	A
25	D		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Тюрин Ю.И., Чернов И.П., Крючков Ю.Ю. Физика. Ч. 3. Оптика. Квантовая физика: учебное пособие для технических университетов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2004. – 738 с.
- 2.Савельев И.В. Курс общей физики: в 5 кн.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Кн. 5: учебное пособие для вузов. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 368 с.: ил.
- 3.Суханов А.Д., Голубева О.Н. Лекции по квантовой физике: учебное пособие. – М.: Высш. шк., 2006. – 300 с.: ил.
- 4.Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 718 с.
- 5.Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – Изд. 9-е, перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 560 с.
- 6.Фейнман Ричард Ф., Лейтон Роберт Б., Сэндс Метью. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 8, 9. Квантовая механика. Пер. с англ./ под ред. Я.А. Смородинского. Изд. 3-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 528 с.
- 7.Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т V Атомная и ядерная физика. – 3-е изд., стер. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 784 с.