

Оглавление

Вариант 1	2
Вариант 2	3
Вариант 3	4
Вариант 4	4
Вариант 5	5
Вариант 6	7
Вариант 7	8
Вариант 8	8
Вариант 9	9
Вариант 10.....	11
Вариант 11.....	11
Вариант 12.....	11
Вариант 13.....	12
Вариант 15.....	13
Вариант 16.....	14
Вариант 17.....	15
Вариант 18.....	16
Вариант 19.....	18
Вариант 20.....	19
Вариант 21.....	19
Вариант 22.....	19

Вариант 1

Задача 1 – метода 82

Задача 2

1.2 Вільне ядро ^{119}Sn з енергією збудження $E = 23,8 \text{ кеВ}$ переходить до основного стану, випромінюючи γ -квант. Ширина даного рівня $\Gamma = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ еВ}$. Чи можливе резонансне поглинання такого γ -кванта іншим вільним ядром ^{119}Sn , яке знаходиться в основному стані, якщо спочатку бивра ядра здох. у спокої?

Дано:

$$E = 23,8 \text{ кеВ}$$

$$\Gamma = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ еВ}$$

$$h\nu_{\gamma} = E^* - \frac{E^*}{2Mc^2}$$

Енергія, що затрата на

зміну кінетичної енергії ядра:

$$\Delta E = E^* - E = \frac{E^*}{2Mc^2}$$

Умова того, що квант може бути поглинутий:

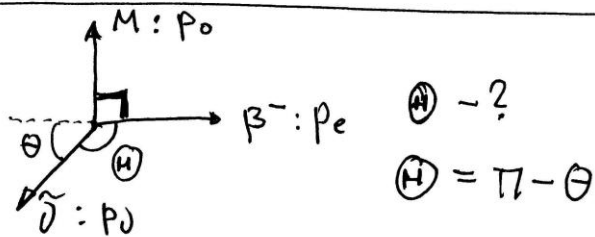
$$\Gamma > \Delta E.$$

Вариант 2

Задача 1 – метода 92

Задача 2

Билет #13, задача #1



$$T(e^-) = T = 0.6 \text{ MeV}$$

$$Q = 3.5 \text{ MeV}$$

1) Знайдемо релятивіський імпульс електрона:

$$T = \sqrt{p_e^2 c^2 + m^2 c^4} - m c^2 \Rightarrow p_e = \sqrt{\frac{T(T + 2m c^2)}{c^2}}$$

$$2) \text{ } ^{131}\text{I}: \begin{cases} p_0 \cos \theta = p_e \Rightarrow p_0 = \frac{p_e}{\cos \theta} \\ p_0 \sin \theta = p_0 \Rightarrow p_0 = p_e \tan \theta \end{cases}$$

3) ^{131}I : $Q = \frac{p_0^2}{2M} + T + p_0 c$; енергія віддачі дуже мала, тому нею нехтуємо: $Q = T + \frac{p_e c}{\cos \theta} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{p_e c}{Q - T} = \frac{\sqrt{T(T + 2m c^2)}}{Q - T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\phi = \pi - \arccos\left(\frac{\sqrt{T(T + 2m c^2)}}{Q - T}\right)}$$

Вариант 3

Задача 1 – 68

Задача 2 – 66

Вариант 4

1 – 92

2 -

4.2 Збуджені ядра ^{141}Pr , які виникли в процесі β -розпаду ядер ^{141}Ce , переходять до основного стану, випромінюючи або γ -кванти, або конденсації е-м-и. Визнач. енергію збудження ядра ^{141}Pr , якщо конденсації К-ем-и характеризує параметром $B_p = 1135 \text{ Гс}$ а енергія зв'язку К-ем. рівна 42 кеВ .

Дано:

^{141}Pr

$$B_p = 1135 \text{ Гс} \cdot \text{см}$$

$$E_{3\beta} = 42 \text{ кеВ}$$

$E^* = ?$

$$E_{\text{пр}}^* = E_{\text{се}} + E_{\beta} + E_{3\beta}$$

$$p_{\text{се}} = p_{\beta}$$

$$E_{\beta} = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4} - m^2 c^2$$

$$E_{\text{се}} = \frac{p_{\beta}^2}{2m_{\text{се}}}$$

$$p = \frac{e B_p r}{c}$$

$$E_{\beta} = \sqrt{e^2 B_p^2 r^2 + m^2 c^4} - m c^2$$

$$E^* = \frac{E_{\beta}^2 + 2m_{\text{се}}^2 c^4 E_{\beta}}{2m_{\text{се}}} + E_{\beta} + E_{3\beta}$$

Виходить, що умова для фотона в умові задачі зайва.

Вариант 5

5.1 Обчислити максимальне знач. імпульсу α -кв. що випускаються ядрами ${}^{10}\text{Be}$, якщо відомо, що дочірні ядра опиняються безпосередньо в основному стані.



${}^{10}\text{Be}$ Максимальна енергія, коли

$p_{\beta^-} = ?$ $E(\bar{\nu}) = 0$

$Q = (\Delta_{\text{Be}} - \Delta_{\text{B}} - m_e) = [\text{таблиці даних}]$

3) $p_{\beta} = p_{\text{B}}, \quad Q = E_{\text{B}} + E_{\beta}$

$p_{\beta}^2 = \left(\frac{E_{\beta}}{c}\right)^2 + 2m_e E_{\beta}$

$p_{\text{B}}^2 = 2m_{\text{B}} E_{\text{B}} \Rightarrow 2m_{\text{B}} E_{\text{B}} = 2E_{\beta} m_{\beta} + \left(\frac{E_{\beta}}{c}\right)^2$

$E_{\text{B}} = Q - E_{\beta}$

\Downarrow

$\frac{E_{\beta}^2}{c^2} + 2E_{\beta} \overset{\text{нехтуємо}}{(m_e + m_{\text{B}})} - 2m_{\text{B}} Q = 0$

Розв'язуємо квадратне рівняння.

$E_{\beta} = \frac{-2m_{\text{B}}c^2 \pm \sqrt{4c^4 m_{\text{B}}^2 + 8m_{\text{B}}c^2 Q}}{2} = m_{\text{B}}c^2 \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2Q}{m_{\text{B}}c^2}}\right)$

$\approx Q \left(1 - \frac{Q}{2m_{\text{B}}c^2}\right)$

$p_{\beta}^2 = \sqrt{\frac{E_{\beta}^2}{c^2} + 2m_e E_{\beta}}$

1.2 Вільне ядро ^{119}Sn з енергією збудження $E = 23,8 \text{ кеВ}$ переходить до основного стану, випромінюючи γ -квант. Ширина даного рівня $\Gamma = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ еВ}$. Чи можливе резонансне поглинання такого γ -кванта іншим вільним ядром ^{119}Sn , яке знаходиться в основному стані, якщо спочатку обидва ядра здох. у спокої?

Дано:

$$E = 23,8 \text{ кеВ}$$

$$\Gamma = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ еВ}$$

чи

$$h\nu_{\gamma} = E^* - \frac{E^*}{2Mc^2}$$

Енергія, що затрата на

зміну кінетичної енергії ядра:

$$\Delta E = E^* - E = \frac{E^*}{2Mc^2}$$

Умова того, що квант може бути поглинутий:

$$\Gamma > \Delta E.$$

Вариант 6

Білет № 6-1

Збуджені ядра, які викидають при розпаді, переходять до основного стану, випромінюючи гамма-кванти. Цей процес супроводжується випромінюванням кінетичних електронів. Вр 3030 та 1300. Ркм $\epsilon_{3\beta}$ к-електр 20кЕВ. Визн. енергію γ -кванта

6

Енергія білет № 6-1

$\epsilon_{3\beta}$
(Вр)₁
(Вр)₂

 $E_\gamma = h\nu_{\gamma}$?

$$1) E^* = E_k + t\omega \text{ (для реакції } A^m \rightarrow A + \gamma)$$

$$E_k = \frac{p^2}{2ma} = \frac{(h\nu)^2}{2mac^2}, \text{ де } t\omega = pc$$

$$E^* = \frac{(h\nu)^2}{2mac^2} + t\omega \quad (1)$$

$$2) E^* = E_k' + \epsilon_{3\beta} + E_\beta \text{ (для } A \rightarrow A' + \beta^-)$$

$$E_\beta = \sqrt{p^2c^2 + m_e^2c^4} - m_e c^2$$

$$p = eB\rho$$

$$E_\beta = m_e c^2 \left(-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{eB\rho}{m_e c}\right)^2} \right) \text{ розрахунок}$$

$$(E_\beta + m_e c^2)^2 = p^2c^2 + m_e^2c^4$$

$$p^2 = \frac{E_\beta^2 + 2m_e c^2 E_\beta}{c^2}$$

$$E_k' = \frac{E_\beta^2 + 2m_e c^2 E_\beta}{2ma c^2}$$

$$E^* = \frac{E_\beta^2}{2mac^2} + \left(1 + \frac{m_e}{m_a}\right) E_\beta + \epsilon_{3\beta} \approx \frac{E_\beta^2}{2mac^2} + E_\beta + \epsilon_{3\beta} \quad (2)$$

Прирівнюємо (1) і (2)

$$\frac{E_\beta^2}{2mac^2} + E_\beta + \epsilon_{3\beta} = \frac{(h\nu)^2}{2mac^2} + t\omega \Rightarrow t\omega \text{ (беремо по стовбчику } p^2 \text{ з обох)}$$

Вариант 7

1 - 59

Білет №7-2

Вільне ядро з енергією збудження $E = 12.8 \text{ keV}$ переходить до основного стану, випромінюючи γ -квант. Знайти відповідну зміну енергії деякого γ -кванта, що викинуто внаслідок віддачі ядра.

2 -

Задача Білет №7-2 Ст 88 (а)

$$\frac{E_{\gamma 0} - \Delta h\omega / h\omega_0}{\Delta h\omega / h\omega_0} \left\{ \begin{array}{l} E^* = E_{\gamma 0} = E_{\text{кв}} + h\omega \\ E_{\text{кв}} = \frac{(h\omega)^2}{2mc^2} \\ \frac{(h\omega)^2}{2mc^2} + h\omega - E^* = 0 \Rightarrow h\omega \dots \quad (1) \end{array} \right.$$

$$h\omega_0 = E_{\gamma 0}$$

$$\Delta h\omega = \frac{(h\omega)^2}{2mc^2} = E_{\text{кв}} \quad (2)$$

Підставимо (1) в (2) і знайдемо $\Delta(\Delta h\omega)$

Вариант 8

1 - 63

2 - 92

Вариант 9

Тема №9 - 1

Золотое ядро Z имеет заряд Ze . Будем считать, что оно находится в основном состоянии, вынужденно колеблется, либо как гармонический осциллятор с k -областью частоты. ($E_{3B} = 12,7 \text{ MeV}$). Зная это, определите энергию ядра в обоих случаях.

Задача Тема №9 - 1

$$\begin{array}{l|l} E_{3B} = E^* & 1) E^* = E_k + \hbar\omega \\ E_{3B} & E_k = (\hbar\omega)^2 / 2m\alpha c^2 \\ \hline E_k = ? & E^* = \frac{(\hbar\omega)^2}{2m\alpha c^2} + \hbar\omega \Rightarrow \hbar\omega \\ E_k' = ? & E_k = \frac{(\hbar\omega)^2}{2m\alpha c^2} \end{array}$$

$$2) E^* = E_{3B} + E_{\beta} + E_k'$$

$$E_k' = \frac{p^2}{2m\alpha} ; p^2 = \frac{E_p^2 + 2m\alpha c^2 E_{\beta}}{c^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_k' = \frac{E_{\beta}^2 + 2m\alpha c^2 E_{\beta}}{2m\alpha c^2}$$

$$E^* - E_{3B} = E_{\beta} + \frac{E_{\beta}^2 + 2m\alpha c^2 E_{\beta}}{2m\alpha c^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\beta} \dots$$

$$E_k' = \frac{E_{\beta}^2 + 2m\alpha c^2 E_{\beta}}{2m\alpha c^2} \quad (\text{нижняя часть вынесена за скобки})$$

Бинет № 2

Закон сохранения энергии и импульса
 измерены поперечные, для сравнительно
 больших скоростей, чтобы доказать было
 сферичность элементарных поперечных
 импульсов и энергии?

Задача Бинет № 2

$E'(t\omega_0) =$ $\Gamma = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ eB}$	$\omega = \omega_0 (1 + \frac{v}{c})$
$v = ?$	$\Delta\omega = \omega_0 \frac{v}{c}$
	$h\Delta\omega = h\omega_0 \frac{v}{c}$
	$\frac{h\omega_0}{t\omega_0} = \frac{v}{c}$

~~$t\omega_0 = \frac{\Gamma}{c}$~~
 ~~$\frac{v}{c} t\omega_0 = \frac{\Gamma}{c} \Rightarrow v = \frac{\Gamma}{t\omega_0}$~~

$$E_k = \frac{(t\omega_0)^2}{2ma c^2}$$

$$h\omega_0 = t\omega_0 \frac{v}{c}$$

$$t\omega_0 = E_k$$

$$h\omega_0 \frac{v}{c} = \frac{(t\omega_0)^2}{2ma c^2}$$

$$2ma v = t\omega_0 \Rightarrow v = \frac{t\omega_0}{2ma} = \frac{E'}{2ma}$$

Вариант 10

1 - 93 (a)

2 -

Билет # 10, Задача # 2

$^{191}\text{Ir}^* \rightarrow ^{191}\text{Ir} + \hbar\omega$; $E^*(\text{Ir}) = 129 \text{ кеВ}$; $\Delta\hbar\omega$ за рахунок віддачі - ?

$$\begin{aligned} 33 \text{ I: } & \left\{ Mv = \frac{\hbar\omega}{c} \approx \frac{\hbar\omega_0}{c} = \frac{E}{c} \Rightarrow \begin{cases} \hbar\omega_0 E = M^2 c^2 v^2 \\ \Delta\hbar\omega = \frac{Mv^2}{2} \Rightarrow \frac{\Delta\hbar\omega}{\hbar\omega} = \frac{E}{2Mc^2} = \end{cases} \right. \\ 33 \text{ E: } & \left\{ E = \hbar\omega_0 = \hbar\omega + \frac{Mv^2}{2} \right. \\ & = \frac{129 \cdot 10^3 \text{ кеВ}}{2 \cdot 191 \text{ аом} \cdot 9 \cdot 10^{16} \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \cdot \left[\frac{1.6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{Дж}}{\text{еВ}}}{1.66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг}}{\text{аом}}} \right] = \boxed{3.6 \cdot 10^{-7}} \end{aligned}$$

Вариант 11

1 - 93(б)

2 - 82

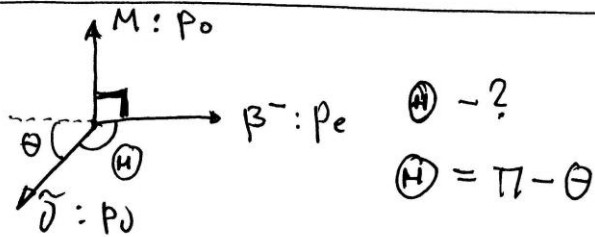
Вариант 12

1 - 63

2 - 68

Вариант 13

Билет #13, задача #1



$$T(e) = T = 0.6 \text{ MeV}$$

$$Q = 3.5 \text{ MeV}$$

1) Знайдемо релятивіський імпульс електрона:

$$T = \sqrt{p_e^2 c^2 + m^2 c^4} - m c^2 \Rightarrow p_e = \sqrt{\frac{T(T + 2m c^2)}{c^2}}$$

$$2) \text{ЗЗІ: } \begin{cases} p_0 \cos \theta = p_e \Rightarrow p_0 = \frac{p_e}{\cos \theta} \\ p_0 \sin \theta = p_0 \Rightarrow p_0 = p_e \tan \theta \end{cases}$$

3) ЗЗЕ: $Q = \frac{p_0^2}{2M} + T + p_0 c$; енергія віддачі дуже мала, тому нею нехтуємо: $Q = T + \frac{p_e c}{\cos \theta} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \cos \theta = \frac{p_e c}{Q - T} = \frac{\sqrt{T(T + 2m c^2)}}{Q - T} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \pi - \arccos\left(\frac{\sqrt{T(T + 2m c^2)}}{Q - T}\right)}$$

Вариант 15

#18.1. Збуджені ядра ^{112}Sn , які викидають при β -радіоактивності ^{112}In , переходять до основного стану, випромінюючи послідовно 2 γ -кванти. Цей процес супроводжується випромінюваннями конверсійних K -електронів для яких $B_{\beta_1} = 3050 \text{ Гс.см}$, $B_{\beta_2} = 1300 \text{ Гс.см}$. Енергія зв'язку K -електронів 29 кеВ . Визначити енергію γ -квантів.

$$^{112}\text{Sn}^* \rightarrow ^{112}\text{Sn}' + \gamma_1 \Rightarrow E^* = E_{\text{Sn}}' + \hbar\omega_1$$

$$^{112}\text{Sn}^* \rightarrow ^{112}\text{Sn}^+ + \beta^- \Rightarrow E^* = E_{\text{Sn}}^+ + E_{\beta_2} + E_{\beta_1}$$

$$^{112}\text{Sn}' \rightarrow ^{112}\text{Sn} + \gamma_2 \Rightarrow E_{\text{Sn}}' = E_{\text{Sn}} + \hbar\omega_2$$

$$^{112}\text{Sn}' \rightarrow ^{112}\text{Sn}^+ + \beta^- \Rightarrow E_{\text{Sn}}' = E_{\text{Sn}} + E_{\beta_2} + E_{\beta_1}$$

$$p_{\beta_2} = e B_{\beta_2} \Rightarrow E_{\beta_2} = \sqrt{p^2 c^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2 = \sqrt{(e B_{\beta_2} c)^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2$$

$$(E_{\beta_2} + m_e c^2)^2 = p_{\text{Sn}}'^2 c^2 + m_e^2 c^4 \Rightarrow p_{\text{Sn}}'^2 = (E_{\beta_2}^2 + 2 E_{\beta_2} m_e c^2) \frac{1}{c^2}$$

$$E^* = \frac{p_{\text{Sn}}'^2}{2m} + E_{\beta_2} + E_{\beta_1} = \frac{(\hbar\omega_2)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_2} + E_{\beta_1}, \quad p_{\text{Sn}}' = p_{\beta_2}$$

$$(\hbar\omega_2)^2 + 2 m_e c^2 \hbar\omega_2 (E_{\beta_2}^2 + 2 E_{\beta_2} m_e c^2 + 2 m_e c^2 E_{\beta_2} + 2 m_e c^2 E_{\beta_1}) = 0$$

$$\hbar\omega_2 = -m_e c^2 + \sqrt{m_e^2 c^4 + E_{\beta_2}^2 + 2 E_{\beta_2} m_e c^2 + 2 m_e c^2 E_{\beta_2} + 2 m_e c^2 E_{\beta_1}}$$

$$E_{\beta_1} = \sqrt{(e B_{\beta_1} c)^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2, \quad p_{\beta_1} = e B_{\beta_1} c$$

$$E^* = \frac{(\hbar\omega_1)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_1 = \frac{(\hbar\omega_2)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_2} + E_{\beta_1}$$

$$(\hbar\omega_1)^2 + 2 m_e c^2 \hbar\omega_1 - \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_2} + E_{\beta_1} \right) = 0$$

$$\hbar\omega_1 = -m_e c^2 + \sqrt{m_e^2 c^4 + \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_2} + E_{\beta_1} \right)^2}$$

$$= -m_e c^2 + \sqrt{m_e^2 c^4 + \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2m_e c^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_2} + E_{\beta_1} \right)^2}$$

2 -

Билет #15, задача #2

$${}^{119}\text{Sn}^* \rightarrow {}^{119}\text{Sn} + \hbar\omega; \quad E^*(\text{Sn}) = 23.8 \text{ кеВ}$$

ширина рівня $\Gamma = 2.4 \cdot 10^{-8} \text{ еВ}$. Чи можливе перепогликання?

$$E^* = \hbar\omega + \frac{p_{\text{Sn}}^2}{2M}; \quad p_{\text{Sn}} = \frac{\hbar\omega}{c} \Rightarrow E^* = \hbar\omega + \frac{(\hbar\omega)^2}{2Mc^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(\hbar\omega)^2}{2Mc^2} + \hbar\omega - E^* = 0 \Rightarrow \hbar\omega = Mc^2 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{2E^*}{Mc^2}} \right) \approx$$

$$\approx Mc^2 \cdot \left(\frac{E^*}{Mc^2} - \frac{(E^*)^2}{2M^2c^4} \right) = E^* - \frac{(E^*)^2}{2Mc^2}$$

$$\Rightarrow (\Delta\hbar\omega)_1 = \frac{(E^*)^2}{2Mc^2} = \frac{23800^2}{2 \cdot 0.511 \cdot 10^6 \cdot 1836 \cdot 119} = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ еВ}$$

При погликанні кванта енергія віддачі ядра буде такою самою, тобто сумарний зсув:

$$(\Delta\hbar\omega)_{\text{сум}} = 2(\Delta\hbar\omega)_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ еВ}, \text{ тобто перепогликання неможливе}$$

Вариант 16

1 - 59

2 - 93

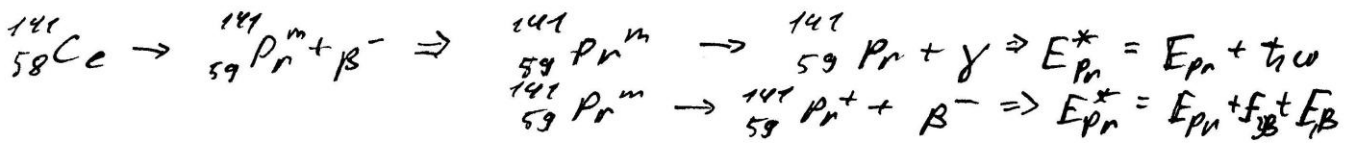
Вариант 17

1 - 63

2 -

c. 82

#17.2. Збуджені ядра ^{141}Pr , які виникають при β -розпаді ядер ^{141}Ce , переходять до основного стану, випромінюючи або γ -кванти або конверсійні e^- -и. Визначити енергію збудженого ядра ^{141}Pr , якщо конверсійні K - e^- -и мають $B_0 = 1135$ Гев, а енергія зв'язку K - e^- -ів дорівнює 42 Кев.



$$E_{Pr} = \frac{p_{Pr}^2}{2m_{Pr}} \quad E_{\beta} = \sqrt{p^2 c^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2, \quad p = e B_0 r$$

$$E_{\beta} = \sqrt{(e B_0 r)^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2 = m_e c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{e B_0 r}{m_e c}\right)^2 + 1} - 1 \right)$$

$$(E_{\beta} + m_e c^2)^2 = p_{Pr}^2 c^2 + m_e^2 c^4 \Rightarrow p_{Pr}^2 = \frac{E_{\beta}^2 + 2 m_e E_{\beta} c^2}{c^2}$$

$$E^* = E_{Pr} + E_{\beta} + E_B = \frac{E_{\beta}^2 + 2 m_e E_{\beta} c^2}{2 m_{Pr} c^2} + E_{\beta} + E_B =$$

$$= E_{\beta} + E_{\beta} \left(\frac{E_{\beta}}{2 m_{Pr} c^2} + \frac{m_e}{m_{Pr}} + 1 \right) =$$

$$= E_{\beta} + m_e c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{e B_0 r}{m_e c}\right)^2 + 1} - 1 \right) \left(\frac{m_e}{2 m_{Pr}} \left(\sqrt{\left(\frac{e B_0 r}{m_e c}\right)^2 + 1} - 1 \right) + \frac{m_e}{m_{Pr}} + 1 \right) =$$

$$= E_{\beta} + m_e c^2 \left(\sqrt{\left(\frac{e B_0 r}{m_e c}\right)^2 + 1} - 1 \right) \left(\frac{m_e}{2 m_{Pr}} \left(\sqrt{\left(\frac{e B_0 r}{m_e c}\right)^2 + 1} + 1 \right) + 1 \right)$$

Вариант 18

#18.1. Збуджені ядра ^{112}Sn , які викликають при β -розпаді ^{112}In , переходять до основного стану, випромінюючи послідовно 2 γ -кванти. Цей процес супроводжується випромінюваннями конверсійних K -електронів для яких $B_{\beta_1} = 3050 \text{ Гс}\cdot\text{см}$, $B_{\beta_2} = 1300 \text{ Гс}\cdot\text{см}$. Енергія зв'язку K -електронів 29 кеВ . Визначити енергію γ -квантів.

$$^{112}\text{Sn}^* \rightarrow ^{112}\text{Sn}' + \gamma_1 \Rightarrow E^* = E_{\text{Sn}}' + \hbar\omega_1$$

$$^{112}\text{Sn}^* \rightarrow ^{112}\text{Sn}^+ + \beta^- \Rightarrow E^* = E_{\text{Sn}}^+ + E_{\beta_1} + E_{\beta_1}$$

$$^{112}\text{Sn}' \rightarrow ^{112}\text{Sn} + \gamma_2 \Rightarrow E_{\text{Sn}}' = E_{\text{Sn}} + \hbar\omega_2$$

$$^{112}\text{Sn}' \rightarrow ^{112}\text{Sn}^+ + \beta^- \Rightarrow E_{\text{Sn}}' = E_{\text{Sn}}^+ + E_{\beta_2} + E_{\beta_2}$$

$$p_{\beta_2} = eBs_2 \Rightarrow E_{\beta_2} = \sqrt{p^2c^2 + m^2c^4} - mc^2 = \sqrt{(eBs_2c)^2 + m^2c^4} - mc^2$$

$$(E_{\beta_2} + mc^2)^2 = p_{\text{Sn}}'^2c^2 + m^2c^4 \Rightarrow p_{\text{Sn}}'^2 = (E_{\beta_2}^2 + 2E_{\beta_2}mc^2) \frac{1}{c^2}$$

$$E^* = \frac{p_{\text{Sn}}'^2}{2m} + E_{\beta_1} + E_{\beta_2} = \frac{(\hbar\omega_2)^2}{2mc^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_1} + E_{\beta_2}, \quad p_{\text{Sn}}' = p_{\beta_2}$$

$$(\hbar\omega_2)^2 + 2Mc^2\hbar\omega_2 (E_{\beta_2}^2 + 2E_{\beta_2}mc^2 + 2Mc^2E_{\beta_1} + 2Mc^2E_{\beta_2}) = 0$$

$$\hbar\omega_2 = -Mc^2 + \sqrt{M^2c^4 + E_{\beta_2}^2 + 2E_{\beta_2}mc^2 + 2Mc^2E_{\beta_1} + 2Mc^2E_{\beta_2}}$$

$$E_{\beta_1} = \sqrt{(eBs_1c)^2 + m^2c^4} - mc^2, \quad p_{\beta_1} = eBs_1c$$

$$E^* = \frac{(\hbar\omega_1)^2}{2mc^2} + \hbar\omega_1 = \frac{(\hbar\omega_2)^2}{2mc^2} + \hbar\omega_2 + E_{\beta_1} + E_{\beta_2}$$

$$(\hbar\omega_1)^2 + 2Mc^2\hbar\omega_1 - \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2mc^2} + 2Mc^2\hbar\omega_2 + E_{\beta_1} + E_{\beta_2} \right) = 0$$

$$\hbar\omega_1 = -Mc^2 + \sqrt{M^2c^4 + \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2mc^2} + 2Mc^2\hbar\omega_2 + E_{\beta_1} + E_{\beta_2} \right)^2}$$

$$= -Mc^2 + \sqrt{M^2c^4 + \left(\frac{(\hbar\omega_2)^2}{2mc^2} + 2Mc^2\hbar\omega_2 + E_{\beta_1} + E_{\beta_2} \right)^2}$$

1.2 Відносні значення ширини γ -ліній Мессбауера для Fe^{57} та Zn^{67} рівні відповідно $3 \cdot 10^{-13}$ та $5 \cdot 10^{-16}$.
 За яку висоту від поверхні Землі треба підняти джерело (Fe^{57} та Zn^{67}), щоб при реєстрації на поверхні Землі частіше з'явилися лінії Мессбауера передшумово ширини цих ліній? (Гродов, 511.61)

Дано:

$$\left(\frac{\Gamma}{E}\right)_{Fe} = 3 \cdot 10^{-13}$$

$$\left(\frac{\Gamma}{E}\right)_{Zn} = 5 \cdot 10^{-16}$$

h - ?

Заміщення гравітаційне

$$\frac{\Delta D}{D_0} = \frac{g h}{c^2}, \text{ дамноживши на } h$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{g h}{c^2}, \text{ отже з умови:}$$

$$\Delta E > \Gamma \Rightarrow \frac{\Delta E}{E} > \frac{\Gamma}{E} \Rightarrow \frac{g h}{c^2} > \frac{\Gamma}{E} \Rightarrow h > \frac{\Gamma c^2}{g E}, g_e$$

$\frac{\Gamma}{E}$ - задана величина для обох металів

Вариант 19

1 -

#19.1. Транзиентне ядро A з енергією збудження E^* переходить до основного стану, випромінюючи або γ -квант, або конверсійний e^- з K -оболонки атома (серія зв'язку $E_{3\beta}$). Знайти швидкість ядра відразу в обох випадках.

$$A^* \rightarrow A + \gamma \Rightarrow E^* = E_{A1} + \hbar\omega$$

$$A^* \rightarrow A' + \beta^- \Rightarrow E^* = E_{A2} + E_{3\beta} + E_{\beta}$$

$$E^* = \frac{(\hbar\omega)^2}{2Mc^2} + \hbar\omega \Rightarrow (\hbar\omega)^2 + 2Mc^2 \hbar\omega - E^* = 0$$

$$\hbar\omega = -Mc^2 + \sqrt{M^2c^4 + E^* \cdot 2Mc^2}$$

$$E_{A1} = \frac{Mv_1^2}{2} = \frac{(\hbar\omega)^2}{2Mc^2} \Rightarrow v_1 = \frac{\hbar\omega}{Mc} = -c + \sqrt{c^2 + 2E^* \frac{1}{M}}$$

$$E_{A2} = \frac{p^2}{2M}, \quad p^2 c^2 + m_e^2 c^4 = (E_{\beta} + m_e c^2)^2, \quad p_{A2} = p_e$$

$$E_{A2} = \frac{E_{\beta}^2 + 2E_{\beta} m_e c^2}{2Mc^2} \Rightarrow$$

$$E^* = \frac{E_{\beta}^2 + 2E_{\beta} m_e c^2}{2Mc^2} + E_{3\beta} + E_{\beta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{\beta}^2 + 2c^2(m_e + M)E_{\beta} + 2Mc^2(E_{3\beta} - E^*) = 0$$

$$E_{\beta} = -c^2(m_e + M) + \sqrt{(m_e + M)^2 c^4 + 2Mc^2(E^* - E_{3\beta})}$$

$$E_{A2} = \frac{E_{\beta}^2 + 2E_{\beta} m_e c^2}{2Mc^2} = \frac{Mv_2^2}{2}$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{E_{\beta}^2 + 2E_{\beta} m_e c^2}}{Mc}$$

Вариант 20

1 - 93

2 -

#20.2. Високе ядро ^{191}Ir з поверхнього збудження $E^* \approx 129 \text{ кеВ}$ перейшло на основний стан, випромінювавши γ -квант. Знайти відносну зміну енергії даного γ -кванта, яка виникає внаслідок віддачі ядра.

$$^{191}\text{Ir}^* \rightarrow ^{191}\text{Ir} + \gamma$$
$$E^* = E_{\text{ir}} + \hbar\omega = \frac{p^2}{2M} + \hbar\omega = \frac{(\hbar\omega)^2}{2Mc^2} + \hbar\omega$$

$$(\hbar\omega)^2 + 2Mc^2 \hbar\omega - 2Mc^2 E^* = 0$$
$$\hbar\omega = -Mc^2 + \sqrt{M^2c^4 + 2Mc^2 E^*} = Mc^2 \left(\sqrt{1 + \frac{2E^*}{Mc^2}} - 1 \right)$$

$2E^* \ll Mc^2 \Rightarrow$ Розклад в ряд Тейлора $\sqrt{1-x}$, $x \ll 1$.

$$\hbar\omega = Mc^2 \left(1 + \frac{E^*}{Mc^2} - \frac{E^{*2}}{2M^2c^4} - 1 \right) \approx Mc^2 \left(\frac{E^*}{Mc^2} - \frac{E^{*2}}{2M^2c^4} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \hbar\omega = E^* - \frac{E^{*2}}{2Mc^2} \Rightarrow E_{\text{ir}} = \frac{E^{*2}}{2Mc^2}$$

$$\hbar\omega_0 = E^* \Rightarrow \hbar\omega = \hbar\omega_0 - \frac{E^{*2}}{2Mc^2} \Rightarrow \hbar(\omega_0 - \omega) = \frac{E^{*2}}{2Mc^2} = \hbar\Delta\omega$$

$$\frac{\hbar\Delta\omega}{\hbar\omega_0} = \frac{E^{*2}}{2Mc^2 \cdot E^*} = \frac{E^*}{2Mc^2}$$

Вариант 21

1 - 93

2 - (59-63)

Вариант 22

1 - 82

2 - 63