

Квантовая физика и астрофизика

Задания для тренировки

- 1** Ядро некоторого элемента бомбардируется протонами. В результате ядерной реакции поглощаются протоны и образуются α -частицы и ядро нового элемента. У образовавшегося ядра массовое число меньше массового числа исходного ядра на 3, а зарядовое число больше зарядового числа исходного ядра на 5. Определите минимальное число протонов и минимальное число α -частиц, участвующих в этой ядерной реакции.

Минимальное число протонов	Минимальное число α -частиц

- 2** Электрон в атоме водорода перешёл с энергетического уровня с номером m в основное энергетическое состояние с номером $n = 1$. При этом был испущен фотон с импульсом $5,44 \times 10^{-27}$ кгм/с. Чему равен номер m ?

Ответ: _____.

- 3** На поверхность металлической пластинки падает свет. Работа выхода электрона с поверхности этого металла равна A . В первом опыте энергия фотона падающего света равна E , а максимальная кинетическая энергия вылетающего фотоэлектрона равна K . Во втором опыте частоту света увеличивают в 1,5 раза, при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается в 3 раза. Установите соответствие между отношением указанных в таблице физических величин и значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

А) $\frac{A}{K}$

1) 4

Б) $\frac{E}{K}$

2) 3

3) 0,25

4) 0,125

Ответ:

А	Б

- 4 Гелиоцентрический годичный параллакс некоторой звезды равен $0,00625''$. Выберите из приведённых вариантов расстояния до этой звезды **все** правильные.

Примечание: параллакс – это наблюдаемая характеристика звезды:

$$\pi'' = \frac{1}{d(\text{пк})}.$$

- 1) 160 световых лет
- 2) 160 парсек
- 3) 160 астрономических единиц
- 4) 49 парсек
- 5) 522 световых года

Ответ: _____.

- 5 Натрий имеет порядковый номер 11 в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. В настоящее время науке известны 20 изотопов натрия, массовые числа которых отличаются на единицу. Самый лёгкий из них имеет массовое число 18. Укажите минимальное и максимальное число нейтронов, которое может содержаться в известном науке изотопе натрия.

Минимальное число нейтронов	Максимальное число нейтронов

- 6 Дифракционная решётка имеет 500 штрихов на 1 мм длины. На неё падает поток фотонов, частота которых равна 6×10^{14} Гц. Во сколько раз длина волны излучения этого фотона меньше расстояния между соседними штрихами дифракционной решётки?

Ответ: _____.

7

Установите соответствие между источником света и свойствами излучения, испускаемого этим источником. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

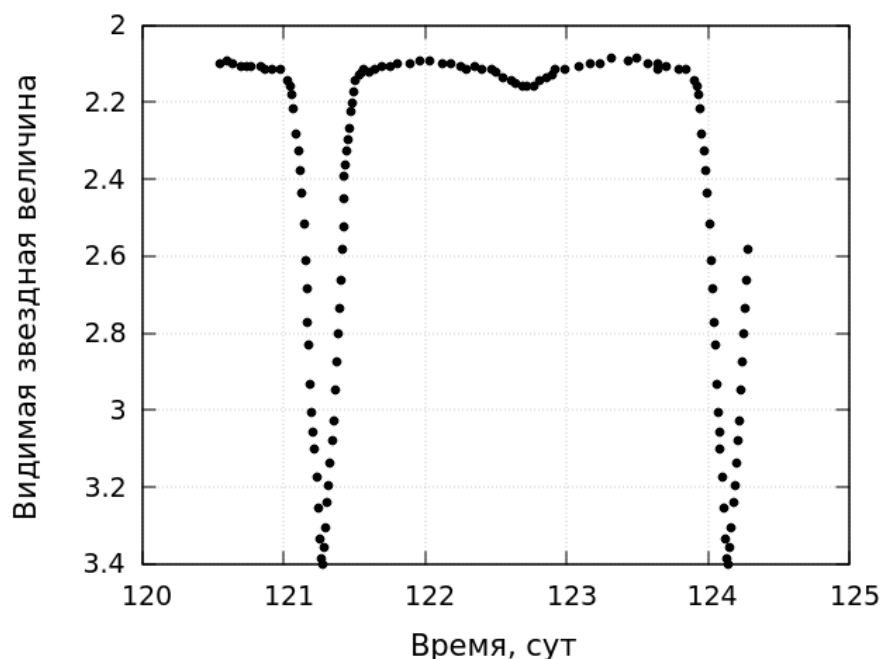
ИСТОЧНИК СВЕТА	СВОЙСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПУСКАЕМОГО ИСТОЧНИКОМ
А) лазер	1) нельзя наблюдать невооружённым глазом
Б) свеча	2) спектр является сплошным
	3) нельзя использовать для получения интерференционной картины
	4) монохроматичность

Ответ:

А	Б

8

На рисунке представлена зависимость блеска некоторой переменной звезды от времени.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этому графику.

- 1) Период этой звезды составляет 1 сутки и 10 часов.
- 2) Эту звезду можно увидеть невооружённым глазом.
- 3) В моменты времени 121.3 суток и 124.1 суток звезда наиболее яркая.
- 4) Температура фотосферы звезды изменяется на 1200 К за период.
- 5) Эта звезда находится в нашей Галактике.

Ответ: _____.

- 9** Опыты по наблюдению фотоэффекта показывают, что работа выхода электрона из кристаллического образца зависит от ориентации кристалла относительно направления падающего излучения. При освещении медного образца светом с некоторой фиксированной длиной волны было установлено, что при вращении образца максимальная скорость фотоэлектронов изменяется в пределах от 610 км/с до 764 км/с. На сколько отличаются работы выхода электрона из меди при разных положениях образца? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

- 10** В составе изотопа некоторого элемента число протонов в 1,5 раза меньше числа нуклонов. Определите число протонов и число нуклонов в этом ядре, если известно, что его массовое число равно 6.

Число протонов	Число нуклонов

- 11** Находящийся в пробирке радиоактивный таллий–207, начальное количество которого было равно 0,8 моль, претерпевает радиоактивный распад, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Какая масса свинца образуется в пробирке в течение трёх периодов полураспада таллия, если молярная масса получающегося свинца равна 207 г/моль? Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

12

В результате ядерной реакции ядро X превращается в ядро Y. Установите соответствие между ядерной реакцией и изменениями в этой реакции зарядового и массового числа ядра Y по сравнению с ядром X. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ЯДЕРНАЯ
РЕАКЦИЯ**



**ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО И МАССОВОГО
ЧИСЛА ЯДРА Y ПО СРАВНЕНИЮ С ЯДРОМ X**

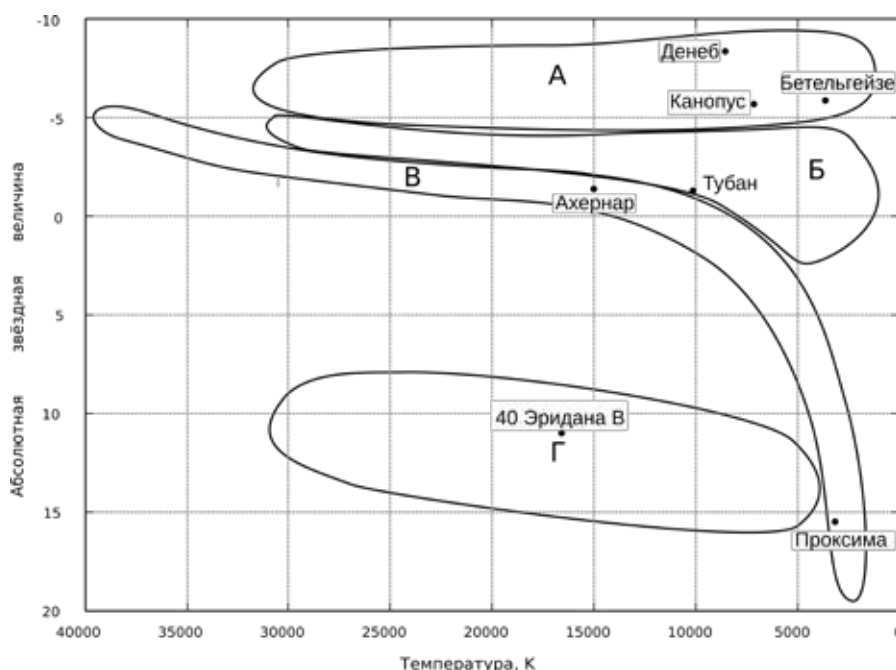
- 1) зарядовое число увеличивается на 1, массовое число увеличивается на 3
- 2) зарядовое число уменьшается на 3, массовое число уменьшается на 2
- 3) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 3
- 4) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 1

Ответ:

А	Б

13

На рисунке изображена диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Контурами и буквами обозначены основные типы звёзд. Отдельными точками показаны звёзды. Их названия подписаны.



Исходя из данных диаграммы, выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этой диаграмме.

- 1) Буквой Б помечена область белых карликов.
- 2) Канопус – это красный карлик.
- 3) Солнце относится к звёздам группы В.
- 4) Светимость звёзд из группы Г, больше, чем звёзд из группы А.
- 5) 40 Эридана В – самая горячая звезда, из тех, что отмечены на этой диаграмме.

Ответ: _____.

14

Ядро трития ${}^3_1\text{T}$ распадается на ядро гелия-3, электрон и электронное антинейтрино: ${}^3_1\text{T} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$. Масса ядра трития ${}^3_1\text{T}$ равна 3,01550 а.е.м., масса ядра ${}^3_2\text{He}$ равна 3,01493 а.е.м. Какое количество энергии выделяется в этой ядерной реакции? Ответ выразите в кэВ и округлите до целого числа.

Ответ: _____ кэВ.

- 15** В 2002–2005 гг. был искусственно синтезирован новый химический элемент с атомным номером 118. Его назвали оганесон в честь знаменитого российского физика-ядерщика Ю.Ц. Оганесяна. Единственный известный в настоящее время изотоп данного элемента имеет массовое число 294. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа?

Число нуклонов	Число нейтронов

- 16** Радиоактивный изотоп некоторого элемента X претерпевает радиоактивный распад, в ходе которого получается стабильный изотоп элемента Y . Изначально в контейнере находилось 6 г изотопа элемента X . Чему будет равна масса радиоактивного изотопа элемента X спустя время, равное трём периодам полураспада этого изотопа?

Ответ: _____ г.

- 17** Установите соответствие между физическими опытами и физическими явлениями, которые наблюдаются в этих опытах. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЙ ОПЫТ

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

- А) При освещении ярким светом металлической пластины конденсатора из неё вылетают электроны – это можно зарегистрировать, включив конденсатор в электрическую цепь.
- Б) Если поместить внутрь тщательно вакуумированной колбы лёгкую крыльчатку и направить на неё яркий свет, то крыльчатка будет вращаться.

Ответ:

А	Б

18 В таблице даны сведения о некоторых галактиках.

Галактика	Расстояние, Мпк	Видимый угловой размер	Видимая звёздная величина
M31	0,77	$3,3 \times 1,2^\circ$	+3,4
M32	0,76	$8 \times 6'$	+8,1
M33	0,89	$60 \times 35'$	+5,7
Печь	0,14	$27 \times 27'$	+7,4
WLM	0,93	$11,5 \times 4'$	+11,1

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этим галактикам.

- 1) Расстояние до всех этих пяти галактик можно определить с помощью закона Хаббла.
- 2) Свет от галактики M32, принимаемый сейчас на Земле, был испущен примерно 2,5 млн лет назад.
- 3) Линейный размер галактики M33 больше, чем галактики Печь.
- 4) Галактика WLM самая яркая в этом списке.
- 5) Среди этих галактик M31 на небе занимает самую большую площадь.

Ответ: _____.

19 Ядро некоторого элемента бомбардируется α -частицами. В результате ядерной реакции поглощаются α -частицы и образуются протоны и ядро нового элемента. У образовавшегося ядра массовое число меньше массового числа исходного ядра на 5, а зарядовое число меньше зарядового числа исходного ядра на 7. Определите минимальное число протонов и минимальное число α -частиц, участвующих в этой ядерной реакции.

Минимальное число α -частиц	Минимальное число протонов

20 Электрон в атоме водорода перешёл с энергетического уровня с номером m в основное энергетическое состояние с номером $n = 1$. При этом был испущен фотон с импульсом $6,45 \times 10^{-27}$ кг·м/с. Чему равен номер m ?

Ответ: _____.

- 21** На поверхность металлической пластинки падает свет. Работа выхода электрона с поверхности этого металла равна A . В первом опыте энергия фотона падающего света равна E , а максимальная кинетическая энергия вылетающего фотоэлектрона равна K . Во втором опыте частоту света увеличивают в 1,5 раза, при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается в 5 раз. Установите соответствие между отношением указанных в таблице физических величин и значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ	ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ
А) $\frac{A}{K}$	1) 7
Б) $\frac{K}{E}$	2) 0,5
	3) 0,25
	4) 0,125

Ответ:

А	Б

- 22** На звезде произошла вспышка, которая стала видна наблюдателям на Земле спустя 100 лет. Выберите из приведённых вариантов расстояния до этой звезды **все** правильные. Все числа округлены до целого.

- 1) 326 пк
- 2) 20 626 500 а.е.
- 3) 31 пк
- 4) 306 лет
- 5) 100 световых лет

Ответ: _____.

- 23** Магний имеет порядковый номер 12 в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. В настоящее время науке известны 22 изотопа магния, массовые числа которых отличаются на единицу. Самый лёгкий из них имеет массовое число 19. Укажите минимальное и максимальное число нейтронов, которое может содержаться в известном науке изотопе магния.

Минимальное число нейтронов	Максимальное число нейтронов

- 24** На дифракционную решётку падает поток фотонов, частота которых равна 6×10^{14} Гц. Длина волны излучения этого фотона меньше расстояния между соседними штрихами дифракционной решётки в 2 раза. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет эта дифракционная решётка?

Ответ: _____.

- 25** Установите соответствие между источником света и свойствами излучения, испускаемого этим источником. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ИСТОЧНИК СВЕТА

СВОЙСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПУСКАЕМОГО
ИСТОЧНИКОМ

- А) лампа накаливания
Б) лазер

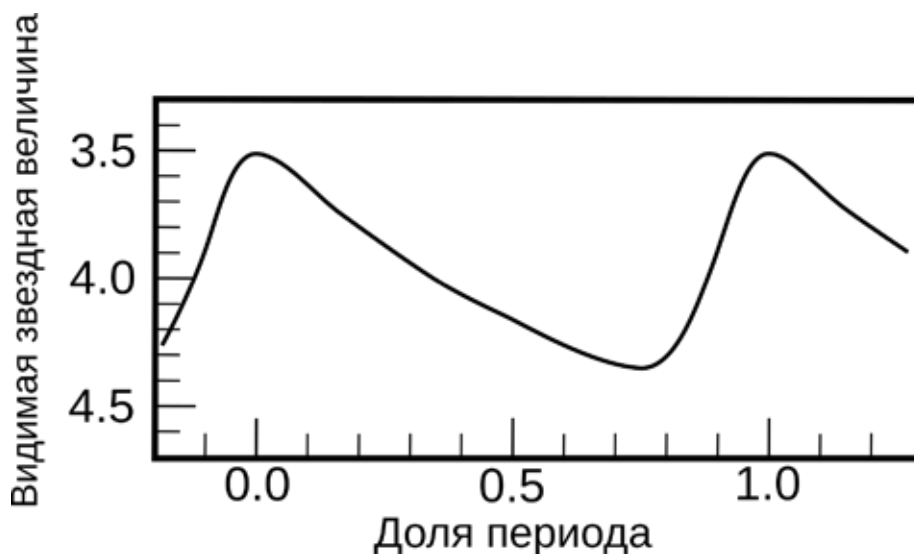
- 1) спектр содержит одну линию (или небольшое число линий)
- 2) нельзя использовать для получения интерференционной картины
- 3) испускается каждым атомом независимо от излучения, испускаемого другими атомами
- 4) нельзя наблюдать невооружённым глазом

Ответ:

А	Б

26

На рисунке представлена зависимость блеска некоторой переменной звезды от времени, выраженного в долях периода. Период равен 5,375 суток.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этому графику.

- 1) От минимума до максимума блеска звезды проходит около суток.
- 2) Эту звезду невозможно увидеть в телескоп.
- 3) В максимуме блеска звёздная величина звезды составляет 4,3.
- 4) За один период звезда светит ярче звёздной величины 3,8 в течение около полутора суток.
- 5) Это затменная переменная звезда.

Ответ: _____.

27

Опыты по наблюдению фотоэффекта показывают, что работа выхода электрона из кристаллического образца зависит от ориентации кристалла относительно направления падающего излучения. При освещении образца из тантала светом с некоторой фиксированной длиной волны было установлено, что при вращении образца максимальная скорость фотоэлектронов изменяется в пределах от 230 км/с до 578 км/с. На сколько отличаются работы выхода электрона из тантала при разных положениях образца? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

- 28** В составе изотопа некоторого элемента число протонов в 2 раза меньше числа нуклонов. Определите число нуклонов и число нейтронов в этом ядре, если известно, что его зарядовое число равно 4.

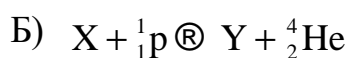
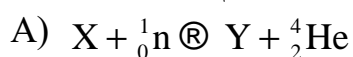
Число нуклонов	Число нейтронов

- 29** Находящийся в пробирке радиоактивный таллий–208, начальное количество которого было равно 1,6 моль, претерпевает радиоактивный распад, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Какая масса свинца образуется в пробирке в течение четырёх периодов полураспада таллия, если молярная масса получающегося свинца равна 208 г/моль? Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 30** В результате ядерной реакции ядро X превращается в ядро Y. Установите соответствие между ядерной реакцией и изменениями в этой реакции зарядового и массового числа ядра Y по сравнению с ядром X. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ЯДЕРНАЯ
РЕАКЦИЯ**



**ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО И МАССОВОГО
ЧИСЛА ЯДРА Y ПО СРАВНЕНИЮ С ЯДРОМ X**

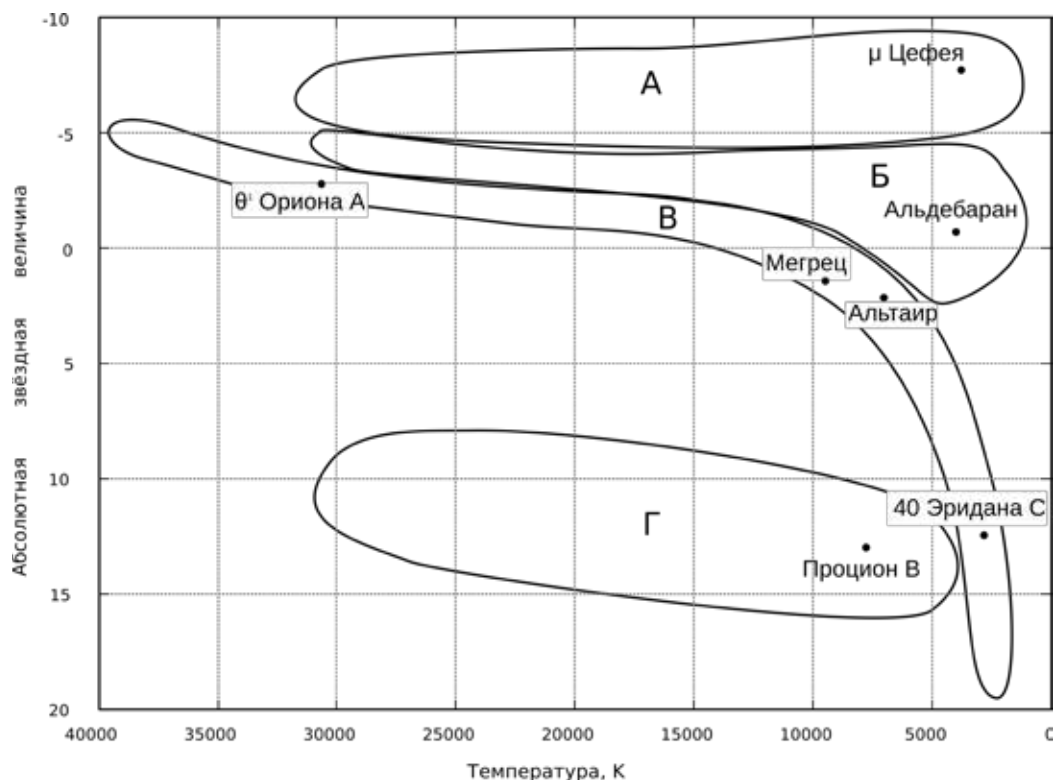
- 1) зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 1
- 2) зарядовое число уменьшается на 1, массовое число уменьшается на 3
- 3) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 3
- 4) зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 3

Ответ:

А	Б

31

На рисунке изображена диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Контурами и буквами обозначены основные типы звёзд. Отдельными точками показаны звёзды. Их названия подписаны.



Исходя из данных диаграммы, выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этой диаграмме.

- 1) Буквой В помечена главная последовательность.
- 2) Цвет 40 Эридана С – красный.
- 3) θ^1 Ориона А старше, чем μ Цефея.
- 4) Радиус Прокциона В меньше, чем Альтаира.
- 5) Альдебаран горячее, чем Мегрец.

Ответ: _____.

32

Ядро дейтерия ${}^2_1\text{D}$ может поглотить γ -квант и превратиться в ядро водорода ${}^1_1\text{H}$, испустив нейтрон: ${}^2_1\text{D} + \gamma \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$. Масса ядра ${}^2_1\text{D}$ равна 2,01355 а.е.м., масса ядра ${}^1_1\text{H}$ равна 1,00728 а.е.м. Какой минимальной энергией должен обладать γ -квант для осуществления этой ядерной реакции? Ответ выразите в МэВ и округлите до целого числа.

Ответ: _____ МэВ.

- 33** В 2003 г. был искусственно синтезирован новый химический элемент с атомным номером 115. Его назвали московий в честь Московской области, на территории которой было совершено данное научное открытие. Наиболее стабильный изотоп данного элемента имеет массовое число 289. Сколько нуклонов и сколько нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа?

Число нуклонов	Число нейтронов

- 34** Радиоактивный изотоп некоторого элемента X претерпевает радиоактивный распад, в ходе которого получается стабильный изотоп элемента Y . Изначально в контейнере находилось 20 г изотопа элемента X . Чему будет равна масса радиоактивного изотопа элемента X спустя время, равное четырём периодам полураспада этого изотопа?

Ответ: _____ г.

- 35** Установите соответствие между физическими опытами и физическими явлениями, которые наблюдаются в этих опытах. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЙ ОПЫТ

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

- | | |
|---|---|
| <p>А) Если направить красный свет лазера на две прорезанные в картоне узкие щели, близко расположенные друг к другу, то на расположенном позади картона экране будет видна система красных и тёмных полос.</p> <p>Б) Если направить поток электронов на кристалл, поставив за кристаллом фотопластинку, то после проявления фотопластинки на ней будет видна картина, состоящая из симметрично расположенных светлых пятен.</p> | <p>1) дифракция</p> <p>2) давление света</p> <p>3) фотоэффект</p> <p>4) интерференция</p> |
|---|---|

Ответ:

А	Б

36

В таблице даны сведения о некоторых галактиках.

Галактика	Расстояние, Мпк	Лучевая скорость, км/с*	Видимая звёздная величина	Радиус, кпк
LMC	0,04	280	+0,4	4,9
M104	11	1100	+8,0	14
NGC 50	75	5500	+12	22
NGC 65	95	7300	+13,4	33
NGC 138	170	11650	+14,8	35

*Лучевой (или радиальной) скоростью называют проекцию вектора скорости звезды/галактики на луч зрения.

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этим галактикам.

- 1) Расстояние до Большого Магелланова Облака нельзя определять с помощью закона Хаббла.
- 2) Свет от галактики NGC 138 приходит к нам со скоростью, на 11650 км/с меньшей скорости света.
- 3) Диаметр галактики NGC 50 свет проходит примерно за 140 тыс. лет.
- 4) Видимый поперечный размер NGC 65 на земном небе составляет 1,5°.
- 5) От M104 до нас доходит в 100 раз меньше света, чем от LMC.

Ответ: _____.