

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Вологодская государственная  
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

*Технологический факультет*

*Кафедра технологического оборудования*

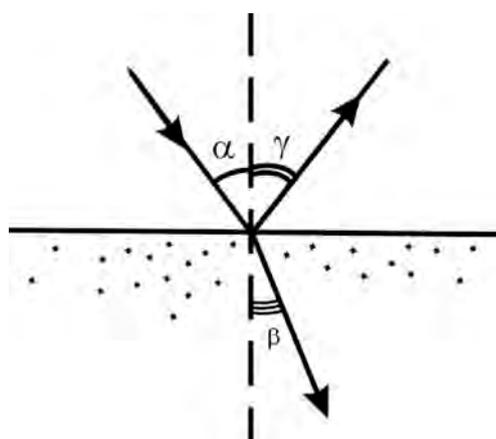
## **ОПТИКА. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

*Сборник задач по физике*

для самостоятельной работы студентов

направления подготовки:

35.03.06 Агроинженерия



Вологда – Молочное  
2023

УДК 535(071)  
ББК 22.34 р30  
О-62

*Составитель –*  
канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования  
**Е.В. Славорова**

*Рецензенты:*  
канд. техн. наук, доцент кафедры технологического оборудования  
**В.И. Баронов,**  
доктор техн. наук, профессор кафедры технические системы в агробизнесе  
**П.А. Савиных**

**О-62 Оптика.** Атомная и ядерная физика: сборник задач / Сост. Е.В. Славорова. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023. – 46 с.

Сборник задач предназначен для самостоятельной работы студентов технологического факультета, направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

УДК 535(071)  
ББК 22.34 р30

© Славорова Е.В., 2023  
© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023

## Предисловие

**Физика** изучает и исследует наиболее общие формы движения материи и их взаимные превращения. Занимая центральное место среди других наук в объяснении законов природы, физика имеет первостепенное значение в формировании научного материалистического мировоззрения.

Физика с одной стороны, служит фундаментом для всех технических дисциплин; с другой стороны, она является одной из главных естественнонаучных основ материалистического мировоззрения. Поэтому во всех высших технических учебных заведениях физика является одной из ведущих дисциплин.

Решение задач является необходимым условием успешного изучения теоретической части курса физики. Задачи помогают не только закрепить проработанный материал, но и глубже уяснить физический смысл явлений, закрепляют в памяти формулы, прививают навыки практического применения теоретических знаний.

При решении задач необходимо выполнять следующие правила:

- 1) записать текст задачи и выписать столбиком численные значения физических величин с их наименованиями;
- 2) выразить все численные значения физических величин, входящих в условие задачи, в единицах системы СИ;
- 3) сделать схематический чертеж, поясняющий смысл задачи (где это только возможно), выполнить его надо аккуратно при помощи чертёжных принадлежностей;
- 4) составить план решения, т.е. подобрать формулы и объяснить на основании каких законов или опытов можно применить их к решению данной задачи;
- 5) провести решение в общем виде, в буквенных обозначениях. Подставить в окончательную формулу, численные значения данных в задаче физических величин, выраженных в системе единиц СИ;
- 6) проверить, дает ли рабочая формула правильную размерность искомой величины. Для этого в рабочую формулу следует подставить размерность всех физических величин и произвести необходимые действия.

Физические задачи весьма разнообразны, и дать единый рецепт их решения невозможно. Однако, как правило, физические задачи следует решать в общем виде, т.е. в буквенных выражениях.

Успех выполнения программы подготовки студентов в вузе во многом определяется тем, как в процессе учебы организована их самостоятельная работа.

Наиболее эффективным видом самостоятельной работы является выполнение индивидуальных заданий.

Цель настоящих методических указаний – интенсификация процесса выполнения индивидуальных заданий.

Индивидуальные задания студенты выполняют последовательно по соответствующим темам. За каждую часть сделанного задания выставляется оценка, которая учитывается при подведении итогов текущей успеваемости.

В течение семестра студент должен выполнить два индивидуальных задания (ИЗ).

Индивидуальное задание №1 по разделу «Оптика» состоит из трех тем:

- «Геометрическая оптика» ИЗ №1.1 (первая цифра обозначает номер задания, вторая – номер темы);
- «Волновая оптика» – ИЗ № 1.2,
- «Квантовая оптика» – ИЗ № 1.3.

Индивидуальное задание №2 по разделу «Элементы атомной и ядерной физики» состоит из двух тем:

- «Элементы атомной физики» – ИЗ № 2.1,
- «Элементы ядерной физики» – ИЗ № 2.2.

### ***Требования к оформлению индивидуальных заданий***

При выполнении индивидуальных заданий необходимо выполнять следующие правила:

1. Задачи оформляются в письменном виде на отдельных листах. Решение каждой задачи необходимо начинать с новой страницы.
2. Требуется указать номер варианта и номер задачи по нумерации задачника.
3. Условие задачи переписывается полностью, без сокращений.
4. Решение записывается в стандартном виде:

Дано:	Решение:
Найти:	

5. Все физические величины необходимо выразить в системе единиц СИ.
6. Сделать рисунок, схему, если это необходимо.
7. Сформулировать основные законы, записать формулы, на которых базируется решение. Обосновать возможность их применения в условиях данной задачи. Составить полную систему уравнений для решения задачи.
8. Получить окончательное выражение искомой величины в общем виде. Проверить размерность.
9. Подставить числовые данные и рассчитать искомую величину.
10. Проанализировать полученный результат.
11. Записать ответ.
12. Каждую задачу требуется защитить, то есть полностью объяснить решение задачи преподавателю.

Таблица к индивидуальному заданию № 1  
«Оптика»

№ ИЗ	Задание 1.1	Задание 1.2			Задание 1.3		
		1	2	3	4	5	6
1	1	50	74	98	121	146	170
2	2	26	75	99	123	147	171
3	3	27	51	100	124	148	172
4	4	28	52	76	125	149	173
5	5	29	53	77	101	150	174
6	6	30	54	78	102	126	175
7	7	31	55	79	103	127	151
8	8	32	56	80	104	128	152
9	9	33	57	81	105	129	153
10	10	34	58	82	106	130	154
11	11	35	59	83	107	131	155
12	12	36	60	84	108	132	156
13	13	37	61	85	109	133	157
14	14	38	62	86	110	134	158
15	15	39	63	87	111	135	159
16	16	40	64	88	112	136	160
17	17	41	65	89	113	137	161
18	18	42	66	90	114	138	162
19	19	43	67	91	115	139	163
20	20	44	68	92	116	140	164
21	21	45	69	93	117	141	165
22	22	46	70	94	118	142	166
23	23	47	71	95	119	143	167
24	24	48	72	96	120	144	168
25	25	49	73	97	121	145	169

### Приложение к индивидуальному заданию № 1

1. Лучи солнца падают на поверхность воды в реке под углом  $45^\circ$ . Какой длины получится на дне реки тень от вертикально воткнутой в дно палки длиной 80 см? Палка целиком находится в воде.

2. Человек рассматривает предметы, находящиеся на дне водоема. Угол между лучом зрения и перпендикуляром к поверхности воды равен  $60^\circ$ . Каково кажущееся уменьшение глубины пруда?
3. Мальчик, глядя с моста, определил, что глубина реки 2 м. Какова истинная глубина реки?
4. На стеклянную пластинку с показателем преломления 1,5 падает луч света. Каков угол падения луча, если угол между отраженным и преломленным лучами равен  $90^\circ$ ?
5. Луч света переходит из стекла, показатель преломления которого 1,6, в воздух. При каком угле падения угол преломления будет вдвое больше угла падения?
6. На кварцевую пластинку, имеющую показатель преломления 1,54, падает световой луч. Чему равен угол падения, если отраженный и преломленный лучи взаимно перпендикулярны?
7. Пучок параллельных лучей падает на поверхность воды под углом  $60^\circ$ . Ширина пучка в воздухе равна 10 см. Определить ширину пучка в воде.
8. Определить, насколько плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 10 см смещает в сторону луч света, падающий на нее под углом  $70^\circ$ . Показатель преломления стекла равен 1,5.
9. Узкий пучок света падает под углом  $60^\circ$  на поверхность стеклянной плоскопараллельной пластинки толщиной 2 см. Определить расстояние между пучками лучей, отраженными от верхней и нижней поверхности пластинки, показатель преломления которой 1,6.
10. Луч света падает под углом  $30^\circ$  на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из неё параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла 1,5. Какова толщина пластинки, если расстояние между лучами равно 1,94 см?
11. Луч света падает под углом  $40^\circ$  на плоскопараллельную пластинку толщиной 1 см. Проходя через пластинку, он смещается на 2,3 мм. Определить показатель преломления вещества плоскопараллельной пластинки.
12. Величина изображения предмета в вогнутом сферическом зеркале вдвое больше, чем величина самого предмета. Расстояние между предметом и изображением 15 см. Определить фокусное расстояние и оптическую силу зеркала.

13. Выпуклое сферическое зеркало имеет радиус кривизны 60 см. На расстоянии 10 см от зеркала поставлен предмет высотой 2 см. Найти положение и высоту изображения.
14. Человек смотрит на вогнутое зеркало, расположив его от лица на расстоянии 20 см. На каком расстоянии от зеркала находится изображение, если радиус кривизны зеркала 120 см? Определить увеличение, которое дает зеркало.
15. Предмет находится на расстоянии  $2/3 F$  от вершины выпуклого зеркала. Где будет изображение и какое оно?
16. Определить скорость распространения света в стекле, если при переходе из воздуха в стекло угол падения оказался равным  $50^\circ$ , а угол преломления  $30^\circ$ .
17. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча  $42^\circ 23'$ . Чему равна скорость распространения света в скипидаре?
18. Пластинки из стекла с показателями преломления 1,5 и 1,7 погружены в воду. Определить предельные углы полного внутреннего отражения.
19. Из центра плота в воду на глубину 10 м опущена электрическая лампочка. Какие минимальные размеры (длину и ширину) должен иметь плот, чтобы ни один луч от лампочки не мог пройти через поверхность воды?
20. При переходе света из жидкости в воздух его скорость увеличилась в 1,36 раза. На сколько градусов отклонится луч от первоначального направления, если угол падения равен  $35^\circ$ .
21. Линза изготовлена из стекла, показатель преломления которого для красных лучей равен 1,5, а для фиолетовых – 1,52. Радиусы кривизны обеих поверхностей линзы одинаковы и равны 1 м. Определить отношение фокусного расстояния линзы для красных лучей к фокусному расстоянию для фиолетовых лучей.
22. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы с оптической силой 2,5 диоптрии надо поместить предмет, чтобы его изображение получилось на расстоянии 2 м от линзы?
23. Собирающая линза дает действительное, увеличенное в 2 раза изображение предмета. Определить фокусное расстояние линзы, если расстояние между линзой и изображением предмета 24 см.

24. Найти фокусное расстояние двояковыпуклой стеклянной линзы, погруженной в воду, если известно, что ее фокусное расстояние в воздухе равно 20 см.
25. Определить главное фокусное расстояние плосковыпуклой линзы, находящейся в скипидаре, радиус кривизны выпуклой поверхности которой равен 25 см. Показатель преломления стекла 1,5, а скипидара – 1,47.
26. В опыте Юнга красный светофильтр ( $\lambda = 650$  нм) заменили зеленым ( $\lambda = 500$  нм). Во сколько раз уменьшится при этом расстояние между соседними интерференционными полосами на экране?
27. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой равна 0,4 мкм. Показатель преломления стекла 1,5. Какая длина волны усиливается в отраженном пучке? (Указать цвет).
28. На мыльную пленку с показателем преломления 1,33 падает белый свет под углом  $45^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет (длина волны 600 нм)?
29. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны 500 нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете равно 0,5 мм. Определить угол между поверхностями клина. Показатель преломления стекла 1,6.
30. На установку «кольца Ньютона» с радиусом кривизны линзы 8,6 м падает нормально монохроматический свет. Диаметр четвертого темного кольца в отраженном свете равен 9 мм. Найти длину волны падающего света.
31. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается светом с длиной волны 500 нм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластиной заполнено водой. Найти толщину слоя воды между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо.
32. На стеклянную пластинку с показателем преломления 1,5 нанесена прозрачная пленка с показателем преломления 1,4. На пленку нормально к поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Какова наименьшая толщина

- пленки, если в результате интерференции отраженные лучи максимально ослаблены?
33. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца (длина волны 400 нм) и радиус третьего красного кольца (длина волны 630 нм). Расчет произвести при условии, что наблюдение производится в отраженном свете; в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен 5 м.
  34. Определить толщину пленки, которая просветляла бы поверхность стекла ( $n_{ст} = 1,67$ ), находящегося в воздухе, если показатель преломления пленки  $n = \sqrt{n_{ст}}$  для длины волны 0,55 мкм.
  35. На установку для получения колец Ньютона падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Определить толщину воздушного слоя там, где в отраженном свете наблюдается пятое светлое кольцо.
  36. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой 0,4 мкм. Показатель преломления стекла 1,5. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от  $4 \cdot 10^{-4}$  мм до  $7 \cdot 10^{-4}$  мм), усиливаются в отраженном пучке?
  37. Найти все длины волн видимого света (от 760 до 380 нм), которые будут: 1) максимально ослаблены, 2) максимально усилены при оптической разности хода интерферирующих лучей 1,8 мкм.
  38. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, которая вместе с пластинкой позволяет наблюдать кольца Ньютона при освещении желтой линией натрия (длина волны 589 нм), если в отраженном свете расстояние между первым и вторым светлыми кольцами равно 0,5 мм.
  39. Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние между десятым и девятым кольцами.
  40. На тонкий стеклянный клин падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол между поверхностями клина равен  $2'$ . Показатель преломления стекла 1,55. Определить длину световой волны, если расстояние между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете 0,3 мм.

41. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 1 мм, расстояние от щелей до экрана 3 м, расстояние между максимума смежных интерференционных полос на экране 1,5 мм. Определить длину волны источника монохроматического света.
42. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой 0,4 мкм. Показатель преломления стекла 1,5. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от  $4 \cdot 10^{-5}$  см до  $7 \cdot 10^{-5}$  см), усиливаются в проходящем пучке?
43. От двух когерентных источников ( $\lambda=0,8$  мкм) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей, перпендикулярно ему, поместили мыльную пленку ( $n=1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине пленки это возможно?
44. Расстояние между двумя когерентными источниками света с длиной волны 550 нм равно 0,1 мм. Расстояние между двумя соседними темными интерференционными полосами на экране равно 1 см. Определить расстояние от источников до экрана.
45. На пути одного из интерференционных лучей помещается стеклянная пластинка толщиной 12 мкм. Определить, а сколько полос сместится интерференционная картина, если показатель преломления стекла равен 1,5 длина световой волны 750 нм и свет падает на пластинку нормально.
46. На мыльную пленку с показателем преломления 1,33 падает белый свет под углом  $45^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки проходящие лучи будут окрашены в желтый цвет (длина волны  $6 \cdot 10^{-5}$  см)?
47. В установке для получения колец Ньютона пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Определить показатель преломления жидкости, если радиус третьего светлого кольца равен 3,65 мм. Наблюдение производится в проходящем свете. Радиус кривизны линзы 15 м. Длина световой волны 589 нм.
48. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину слоя воздуха там, где в отраженном свете, при длине волны 0,6 мкм, видно первое темное кольцо Ньютона.

49. В некоторую точку пространства приходят световые пучки когерентного излучения с оптической разностью хода 6 мкм. Определить, произойдет усиление или ослабление света в этой точке, если длина волны равна: 1) 500 нм; 2) 480 нм.
50. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы соседних колец равны соответственно 4 и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы 6,4 м. Найдите порядковые номера колец и длину волны падающего света.
51. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второй светлой дифракционной полосе,  $\varphi=1^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?
52. Дифракционная решетка, освещаемая нормально падающим монохроматическим светом, отклоняет спектр 2-го порядка на угол  $14^\circ$ . На какой угол отклоняет эта дифракционная решетка спектр 3-го порядка?
53. На дифракционную решетку от газоразрядной трубки, наполненной водородом, нормально падает пучок света. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если в направлении угла равного  $41^\circ$  совпали две линии:  $\lambda_1=6563\text{Å}$ ,  $\lambda_2=4102\text{Å}$  в спектрах, порядок которых отличается на единицу?
54. На щель шириной 0,1 мм падает нормально параллельный пучок белого света (0,4–0,76 мкм). Найти ширину 3-го максимума на экране, отстоящем от щели на расстояние 2 м.
55. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок лучей белого света. Спектры 2-го и 3-го порядка частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda=4000\text{Å}$ ) спектра третьего порядка?
56. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если для того чтобы увидеть красную линию ( $\lambda=700\text{ нм}$ ) в спектре 2-го порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом  $30^\circ$  к оси коллиматора? Какое число штрихов нанесено на 1 см длины этой решетки? Свет падает на решетку нормально.
57. На дифракционную решетку, содержащую 600 штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Определить длину

спектра 1-го порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана  $L=1,2$  м. Границы спектра:  $\lambda_{кр}=780$  нм,  $\lambda_{фиол}=400$  нм.

58. Дифракционная решетка, имеющая 50 штрихов на 1 мм, расположена на расстоянии 55 см от экрана. Какова длина волны монохроматического света, падающего на решетку, если первый максимум на экране отстоит от центрального на 1,9 см?
59. На дифракционную решетку, постоянная которой равна 0,006 мм, нормально падает монохроматический свет. Угол между спектрами 1-го и 2-го порядка равен  $4^\circ 36'$ . Определить длину световой волны.
60. Постоянная дифракционной решетки в 4 раза больше длины монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол между двумя первыми симметричными максимумами.
61. Вычислить наибольший угол, на который может отклоняться пучок монохроматических лучей дифракционной решетки, имеющей 10 000 штрихов при ширине решетки 1 см. Длина волны нормально падающего на решетку света 546 нм.
62. На круглое отверстие радиусом 1 мм в непрозрачном экране падает нормально параллельный пучок света с длиной волны 0,5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние от отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно.
63. Монохроматический свет с длиной волны 575 нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом 2,4 мкм. Определить наибольший порядок спектра и общее число главных максимумов в дифракционной картине.
64. Дифракционная решетка состоит из непрозрачных штрихов шириной  $2,5 \cdot 10^{-3}$  мм, разделенных прозрачными участками такой же ширины. Какую толщину должна иметь плоскопараллельная стеклянная пластинка с показателем преломления  $n=1,5$ , чтобы в ней максимум третьего порядка для длины волны 0,6 мкм наблюдался под тем же углом, что и у дифракционной решетки.
65. Две дифракционные решетки имеют одинаковую ширину  $l=3$  мм, но разные периоды:  $d_1=3 \cdot 10^{-3}$  мм и  $d_2=6 \cdot 10^{-3}$  мм. Опреде-

- лить их наибольшую разрешающую способность для желтой линии натрия  $\lambda=5896 \text{ \AA}$ .
66. Под углом  $\varphi=30^\circ$  наблюдается 4-й максимум для  $\lambda=644 \text{ нм}$ . Определить период дифракционной решетки и ее ширину, если наименьшее разрешаемое решеткой отклонение здесь составляет  $\delta\lambda=0,322 \text{ нм}$ .
67. Свет от монохроматического источника с длиной волны  $600 \text{ нм}$  падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром  $0,6 \text{ см}$ . За диафрагмой на расстоянии  $3 \text{ м}$  от нее находится экран. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране?
68. На щель шириной  $2 \text{ мкм}$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $589 \text{ нм}$ . Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться минимумы света.
69. Дифракционная решетка содержит  $100$  штрихов на каждый  $\text{мм}$  длины. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку нормально, если угол между двумя максимумами первого порядка  $8^\circ$ . Определить общее число главных максимумов в дифракционной картине.
70. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если она может разрешить в спектре первого порядка линии спектра калия  $\lambda_1=404,4 \text{ нм}$  и  $\lambda_2=404,7 \text{ нм}$ . Ширина решетки  $3 \text{ см}$ .
71. Постоянная дифракционной решетки шириной в  $2,5 \text{ см}$  равна  $2 \text{ мкм}$ . Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области желтых лучей  $\lambda=6 \cdot 10^{-5} \text{ см}$  в спектре второго порядка?
72. Определить угловую дисперсию дифракционной решетки для длины волны  $589 \text{ нм}$  в спектре первого порядка. Постоянная решетки равна  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ .
73. Угловая дисперсия дифракционной решетки для  $\lambda=668 \text{ нм}$  в спектре первого порядка равна  $2,02 \cdot 10^5 \text{ рад/м}$ . Найти период дифракционной решетки.
74. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта  $r_4=3 \text{ мм}$ . Определить радиус двенадцатой зоны из той же точки наблюдения.
75. На круглое отверстие диаметром  $4 \text{ мм}$  падает нормально параллельный пучок лучей с длиной волны  $0,5 \text{ мкм}$ . Точка

наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии 1 м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстие? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

76. Под каким углом должен падать пучок света из воздуха на поверхность жидкости, чтобы при отражении от дна стеклянного сосуда  $n_1=1,5$ , наполненного водой  $n_2=1,33$ , свет был полностью поляризован?
77. Для сравнения яркости освещения двух поверхностей одну их них рассматривают непосредственно, а вторую через два николя. Каково отношение яркостей, если освещение обеих поверхностей кажется одинаковым при угле между николями  $70^\circ$ ? Каждый николь поглощает 10% проходящей через него энергии.
78. Чему равен показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч полностью поляризован при угле преломления  $\gamma=30^\circ$ .
79. Определить скорость света в алмазе, если угол полной поляризации света от поверхности алмаза  $67^\circ 30'$ .
80. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторой жидкости равен  $49^\circ$ . Определить угол полной поляризации.
81. Угол падения луча на поверхность жидкости  $\alpha=50^\circ$ . Отраженный луч максимально поляризован. Определить угол преломления луча.
82. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ?
83. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через анализатор и поляризатор, уменьшилась в 4 раза? Поглощением света пренебречь.
84. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшилась в 6 раз? Поглощение света в поляризаторе и анализаторе по 15%.
85. При прохождении света через слой 10%-го сахарного раствора толщиной  $l_1=15$  см плоскость поляризации света повернулась

- на угол  $\varphi_1=12,9^\circ$ . В другом растворе в слое толщиной  $l_2=12$  см плоскость поляризации повернулась на  $\varphi_2=7,2^\circ$ . Найти концентрацию второго раствора.
86. Между скрещенными николями поляриметра поместили трубку с сахарным раствором. Поле зрения при этом стало максимально светлым. Определить длину трубки, если концентрация раствора сахара  $C_1=270$  кг/м<sup>3</sup>, а его удельное вращение  $[\alpha]=66,5$  град/дм длины при концентрации  $C_2=100$  кг/м<sup>3</sup>.
87. Пластинку кварца толщиной  $d=2$  мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации повернулась на угол  $\varphi_1=53^\circ$ . Какой наименьшей толщины следует взять пластинку, чтобы поле зрения поляризатора стало совершенно темным?
88. Два николя  $N_1$  и  $N_2$  расположены так, что угол между плоскостями колебаний  $\varphi=60^\circ$ . Определить а) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через николю  $N_1$ ; б) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении света через оба николя? При прохождении каждого из николей потери на отражение и поглощение света составляют 5%.
89. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Показатель преломления стекла 1,5. Отраженный от пластины луч образует угол  $\varphi=97^\circ$  с падающим лучом. Определить показатель преломления жидкости, если отраженный свет максимально поляризован.
90. Плоскополяризованный монохроматический луч света падает на поляроид и полностью им гасится. Когда на пути луча поместили кварцевую пластинку, интенсивность луча света после поляроида стала равна половине интенсивности луча, падающего на поляроид. Определить толщину кварцевой пластинки. Постоянная вращения кварца 48,9 град/мм.
91. На сколько процентов уменьшится интенсивность света после прохождения через призму Николя, если потери света составляют 10%?
92. Если между двумя скрещенными поляроидами поместить третий, оптическая ось каждого составляет угол  $\alpha$  с оптической осью поляризатора, то поле зрения просветлеет. Найти интен-

сивность прошедшего света. При каком угле  $\alpha$  просветление максимальное?

93. Какой толщины пластинку кварца, вырезанную перпендикулярно к оптической оси, нужно поместить между скрещенными николями, чтобы поле зрения стало максимально светлым? Какова интенсивность прошедшего света, если удельное вращение кварца равно  $21,7$  град/мм?
94. На пути поляризованного пучка света поместили 2 николя. При повороте первого николя на  $40^\circ$  из положения, соответствующему максимальному пропусканию света, интенсивность света уменьшилась в 2 раза. На какой угол нужно повернуть второй николь, чтобы интенсивность прошедшего через него света уменьшилась в 5 раз по сравнению с первоначальным значением?
95. Найти угол  $\varphi$  между оптическими осями поляризатора и анализатора, если интенсивность луча, вышедшего из анализатора, равна 9% интенсивности естественного света, падающего на поляризатор. Поглощение света в каждой из николей составляет 8%.
96. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов  $35^\circ$ . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол увеличить вдвое?
97. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный сосуд, и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом  $42^\circ 30'$ . Найти: 1) показатель преломления жидкости; 2) под каким углом должен падать на дно сосуда луч света, идущей в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение. Показатель преломления стекла 1,5.
98. Во сколько раз ослабляется свет, проходя через 2 николя, плоскости поляризации которых составляют угол  $30^\circ$ , если поглощение света в каждом из николей составляет по 10%.
99. Никотин (чистая жидкость), содержащийся в стеклянной трубке длиной  $l=8$  см, вращает плоскость поляризации желтого света натрия на угол  $\varphi=136,6^\circ$ . Плотность никотина  $\rho=1,01$  г/см<sup>3</sup>. Определить удельное вращение  $[\alpha]$  никотина.

100. Под каким углом к горизонту должно находиться солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был максимально поляризован?
101. Сколько энергии излучается в пространство за 10 часов с площади пахотной земли 1 га, имеющей температуру  $27^{\circ}\text{C}$ ? Считать почву черным телом.
102. Определить температуру и полную испускательную способность абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны 400 нм.
103. Как и во сколько раз изменится полная испускательная способность абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместится с красной границы видимого спектра ( $\lambda=780$  нм) на фиолетовую ( $\lambda=390$  нм)?
104. Температура вольфрамовой спирали электрической лампочки равна 2450 К, мощность излучения – 25 Вт. Отношение ее полной испускательной способности к испускательной способности абсолютно черного тела при данной температуре равно 0,3. Найти величину излучающей поверхности спирали.
105. Найти энергетическую светимость абсолютно черного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны 0,5 мкм.
106. Максимум энергии излучения песчаной почвы приходится на длину волны 10 мкм. На какую длину волны он сместится, если температура почвы снизится на 90 К?
107. Абсолютно черное тело находится при температуре 3000 К. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности испускательной способности, изменилась на 12 мкм. До какой температуры  $T_2$  охладилось тело?
108. При охлаждении абсолютно черного тела длина волны, соответствующая максимуму его излучения, увеличилась от 0,4 до 0,7 мкм. Как изменилась при этом полная излучательная способность тела?
109. Длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения абсолютно черного тела, равна 0,58 мкм. Определить: 1) полную испускательную способность; 2) спектральную плотность испускательной способности; рассчитать ее на интервал длин волн 1 нм вблизи данной длины волны.

110. Из смотрового окошечка печи излучается поток  $4 \text{ кДж/мин}$ . Определить температуру печи, если площадь окошечка  $8 \text{ см}^2$ . Определить длину волны, на которую приходится максимум энергии излучения.
111. Абсолютно черное тело находится при температуре  $3000 \text{ К}$ . В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум излучательной способности, изменилась на  $9 \text{ мкм}$ . До какой температуры охладилось тело?
112. Определить абсолютную температуру и интегральную испускательную способность абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны  $600 \text{ нм}$ .
113. Раскаленная металлическая поверхность площадью  $10 \text{ см}^2$  излучает в минуту  $4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$ . Температура поверхности  $2500 \text{ К}$ . Найти: 1) каково было бы полное излучение этой поверхности, если бы она была абсолютно черной; 2) каково отношение полных испускательных способностей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.
114. Какое количество энергии излучает Солнце за 1 мин? Температура поверхности Солнца  $5800 \text{ К}$ . Радиус Солнца  $6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ . На какую длину волны приходится максимум спектральной испускательной способности Солнца?
115. Найти температуру печи, если известно, что из отверстия в ней размером  $6,1 \text{ см}^2$  излучается в секунду  $34,8 \text{ Дж}$  энергии. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.
116. Зачерненный шарик остывает от  $27$  до  $20^\circ\text{С}$ . На сколько при этом изменилась длина волны, соответствующая максимуму спектральной испускательной способности?
117. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимуму спектральной способности соответствует длина волны  $500 \text{ нм}$ . Принимая Солнце за абсолютно черное тело, определить: 1) интегральную испускательную способность Солнца; 2) поток энергии, излучаемый Солнцем; 3) массу электромагнитных волн (всех длин), излучаемых Солнцем.
118. Температура абсолютно черного тела увеличилась в 2 раза, в результате чего  $\lambda_{max}$  уменьшилась на  $600 \text{ мкм}$ . Определить начальную и конечную температуру тела.

119. Максимум испускательной способности абсолютно черного тела приходится на длину волны 1,45 мкм. Площадь излучающей поверхности 5 см<sup>2</sup>. Определить суммарную мощность излучения.
120. Максимум спектральной плотности энергетической светимости Солнца приходится на длину волны 0,48 мкм. Считая, что Солнце излучает как черное тело, определить температуру его поверхности и мощность, излучаемую его поверхностью.
121. Определить количество теплоты, теряемое 50 см<sup>2</sup> поверхности расплавленной платины за 1 мин, если поглощательная способность платины 0,8. Температура плавления платины 1770°C.
122. Энергетическая светимость черного тела 10 кВт/м<sup>2</sup>. Определить длину волны, соответствующую максимуму спектральной плотности энергетической светимости этого тела.
123. Определить количество теплоты, полученное в течение 1 мин с 1 см<sup>2</sup> абсолютно черного тела, температура которого 1000 К.
124. Определить, как и во сколько раз изменится мощность излучения черного тела, если длина волны, соответствующая максимуму его спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с 720 нм до 400 нм.
125. Металлическая поверхность площадью 15 см<sup>2</sup>, нагретая до 3000 К, излучает в 1 мин 10<sup>5</sup> Дж. Определить: 1) энергию, излучаемую этой поверхностью, считая ее абсолютно черной; 2) отношение энергетических светимостей этой поверхности и поверхности абсолютно черного тела при данной температуре.
126. Фотон с энергией  $0,8 \cdot 10^{-13}$  Дж был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроне на угол 180°. Определить кинетическую энергию электрона отдачи.
127. Какова длина волны R-излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом 60° длина волны рассеянного излучения оказалась равной  $2,54 \cdot 10^{-9}$  см?
128. Определить угол, на который был рассеян  $\gamma$ -квант с энергией 1,02 МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи равна 0,51 МэВ.
129. В результате эффекта Комптона на свободных электронах фотон с энергией 0,51 МэВ был рассеян на угол 120°. Определить энергию рассеянного фотона.

130. Угол рассеяния фотона с энергией 1,2 МэВ на свободном электроном  $60^\circ$ . Найти длину волны рассеянного фотона и энергию электрона отдачи (кинетической энергии электрона до соударения пренебречь).
131. Угол рассеяния фотона при эффекте Комптона  $90^\circ$ . Угол отдачи электрона  $30^\circ$ . Определить энергию падающего фотона.
132. Изменение длины волны рентгеновских лучей при комптоновском рассеянии  $2,4 \cdot 10^{-12}$  м. Вычислить угол рассеяния и величину энергии, переданной при этом электрону отдачи, если длина волны рентгеновских лучей до взаимодействия  $10^{-11}$  м.
133. Определить энергию электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с длиной волны 100 нм был рассеян на угол  $180^\circ$ .
134. Определить длину волны рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения под углом  $60^\circ$  длина волны рассеянного излучения оказалась равной 57 нм.
135. Фотон с энергией 0,3 МэВ рассеялся под углом  $180^\circ$  на свободном электроном. Определить долю энергии фотона, приходящуюся на рассеянный электрон.
136. Фотон с энергией 1,025 МэВ рассеялся на первоначально покоящемся электроном. Определить угол рассеяния фотона, если длина волны рассеянного фотона оказалась равной комптоновской длине волны 2,43 пм.
137. Фотон с энергией 1,02 МэВ был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроном на угол  $180^\circ$ . Определить кинетическую энергию электрона отдачи.
138. Фотон с длиной волны 0,01 Å рассеялся на свободном электроном под углом  $90^\circ$ . Какую долю своей энергии фотон передал электрону?
139. В результате эффекта Комптона фотон с энергией 0,51 МэВ был рассеян на угол  $90^\circ$ . Определить энергию рассеянного фотона.
140. Параллельный пучок лучей с длиной волны 5000 Å падает нормально на зачерненную поверхность, производя давление  $10^{-5}$  Па. Определить концентрацию фотонов в потоке и число фотонов, падающих на единицу площади в единицу времени.
141. Поток энергии, излучаемый электрической лампочкой, равен 600 Вт. На расстоянии 1 м от лампочки перпендикулярно к па-

- дающим лучам расположено круглое плоское зеркало диаметром 2 см. Определить силу светового давления на зеркало. Лампочку рассматривать как точечный изотропный излучатель.
142. На зеркальную поверхность площадью  $4 \text{ см}^2$  падает нормально поток излучения мощностью 0,6 Вт. Определить давление и силу давления света на эту поверхность.
143. Монохроматический пучок света интенсивностью излучения  $0,1 \text{ Вт/см}^2$  падает под углом  $30^\circ$  на плоскую отражающую поверхность с коэффициентом отражения 0,7. Определить нормальное давление, оказываемое светом на эту поверхность.
144. Определить давление на стенки электрической 150-ваттной лампочки, принимая, что вся потребляемая мощность идет на излучение и стенки лампочки отражают 15% падающего на них света. Считать лампочку сферическим сосудом радиусом 4 см.
145. Давление монохроматического света с длиной волны 500 нм по поверхности с коэффициентом отражения 0,3, расположенную перпендикулярно падающему свету, равно 0,2 мкПа. Определить число фотонов, падающих каждую секунду на единицу площади этой поверхности.
146. Монохроматический параллельный пучок света с длиной волны 672 нм падает на зеркальную поверхность. Мощность светового пучка равна 0,6 Вт. Определить силу давления, испытываемую этой поверхностью и число фотонов, каждую секунду падающих на поверхность.
147. Параллельный пучок монохроматических лучей с длиной волны 662 нм падает на зачерненную поверхность и производит на нее давление, равное  $3 \cdot 10^{-7} \text{ Н/м}^2$ . Определить концентрацию фотонов в световом пучке.
148. Поток монохроматического излучения с длиной волны 0,5 мкм нормально падает на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой  $10^{-8} \text{ Н}$ . Определить число фотонов, каждую секунду падающих на эту поверхность.
149. Плотность потока световой энергии равна  $300 \text{ Вт/м}^2$ . Определить давление света, падающего нормально на зеркальную поверхность.
150. На зеркало с идеально отражающей поверхностью, площадью  $1,5 \text{ см}^2$ , падает нормально свет от электрической дуги. Определить импульс, полученный зеркалом, если плотность потока

световой энергии, падающей на него, равна  $10 \text{ Вт/см}^2$ , а продолжительность освещения 1 секунда.

151. Кванты света с энергией  $7,8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода  $7,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете электрона.
152. Плоская вольфрамовая пластина освещается светом длиной волны  $0,2 \text{ мкм}$ . Найти напряженность однородного задерживающего поля вне пластины, если фотоэлектрон может удалиться от нее на расстояние  $4 \text{ см}$ . Работа выхода электронов из вольфрама равна  $4,5 \text{ эВ}$ .
153. Определить скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра (работа выхода электронов из серебра  $4,7 \text{ эВ}$ ): 1) ультрафиолетовыми лучами с длиной волны  $0,155 \text{ мкм}$ ; 2)  $\gamma$ -лучами с длиной волны  $0,01 \text{ \AA}$  ( $\nu \rightarrow c$ ).
154. На цинковую пластину падает монохроматический свет с длиной волны  $220 \text{ нм}$ . Определить максимальную скорость фотоэлектронов.  $A_{\text{вых}} = 4 \text{ эВ}$ .
155. Выбиваемые светом при фотоэффекте электроны полностью задерживаются обратным потенциалом  $4 \text{ В}$ . Красная граница фотоэффекта  $0,6 \text{ мкм}$ . Определить частоту падающего света.
156. Найти частоту света, вырывающего с поверхности металла электроны, полностью задерживающиеся обратным потенциалом в  $3 \text{ В}$ . Фотоэффект у этого металла начинается при частоте падающего света в  $6 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ . Найти работу выхода электрона из этого металла.
157. Красная граница фотоэффекта у вольфрама  $230 \text{ нм}$ . Определить кинетическую энергию и максимальную скорость фотоэлектронов вырываемых из вольфрама ультрафиолетовым светом с длиной волны  $150 \text{ нм}$ .
158. На поверхность никеля падает монохроматический свет  $200 \text{ нм}$ . Красная граница фотоэффекта для никеля  $248 \text{ нм}$ . Определить энергию падающих фотонов, работу выхода электронов, кинетическую энергию электронов и их скорость.
159. На пластинку падает монохроматический свет  $0,42 \text{ мкм}$ . Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $0,95 \text{ В}$ . Определить работу выхода электронов с поверхности.

160. Какой длины электромагнитную волну следует направить на поверхность цинка, чтобы скорость электрона, вылетевшего из металла, была  $0,8 \cdot 10^6$  м/с?
161. Красная граница фотоэффекта для цезия 653 нм. Определить энергию падающих фотонов и максимальную скорость фотоэлектронов при облучении цезия фиолетовыми лучами с  $\lambda=400$  нм.
162. При какой температуре кинетическая энергия молекулы двухатомного газа будет равна энергии фотона с длиной волны  $5,89 \cdot 10^{-4}$  мм?
163. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия светом, длина волны которого равна 0,33 мкм.
164. При фотоэффекте с платиновой поверхности величина задерживающего потенциала оказалась равной 0,8 В. Найти: 1) длину волны применяемого облучения; 2) максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.
165. На поверхность металла падают монохроматические лучи с длиной волны 0,1 мкм. Красная граница фотоэффекта 0,3 мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?
166. Найти массу фотона, импульс которого равен импульсу молекулы водорода при температуре 40°C. Скорость молекулы считать равной средней квадратичной скорости.
167. Монохроматическое излучение с длиной волны 600 нм падает на фоточувствительную поверхность, чувствительность которой  $K=9$  мА/Лм, освобождая при этом 930 фотоэлектронов. Определить число квантов, попавших на поверхность.
168. Определить энергию, импульс, массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра ( $\lambda=0,5$  мкм).
169. Фотоэлектроны, вырываемые с поверхности некоторого металла светом частотой  $2,2 \cdot 10^{15}$  с<sup>-1</sup>, полностью задерживаются потенциалом 6,6 В, а вырываемые светом частотой  $4,6 \cdot 10^{15}$  с<sup>-1</sup> потенциалом 16,5 В. Найти постоянную Планка.
170. Красная граница фотоэффекта для цезия 620 нм. Определить кинетическую энергию и скорость фотоэлектронов при освещении цезия монохроматическим светом с длиной волны 0,505 мкм.

171. Натрий освещается монохроматическим светом с длиной волны 40 нм. Определить наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекращается.
172. Определить длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов 9,8 В.
173. Фотоны с энергией 5 эВ выбивают фотоэлектроны из металла с работой выхода 4,7 эВ. Определить максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете электрона.
174. Определить, до какого потенциала зарядится уединенный серебряный шарик при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны 0,28 мкм. Работа выхода электронов из серебра 4,7 эВ.
175. Цинковую пластинку освещают ультрафиолетовым светом с длиной волны 30 нм. Определить, на какое расстояние от пластины может удалиться фотоэлектрон, если на пластине имеется задерживающее однородное электрическое поле напряженностью 10 В/см.

Таблица к индивидуальному заданию № 2  
«Элементы атомной и ядерной физики»

№ ИЗ	Задание 2.1			Задание 2.2			
	1	2	3	4	5	6	7
1	176	198	228	244	257	277	292
2	177	199	229	245	258	278	293
3	178	200	230	246	259	279	294
4	179	201	231	247	260	280	295
5	180	202	232	248	261	281	296
6	181	203	233	249	262	282	297
7	182	204	234	250	263	283	298
8	183	205	235	251	264	284	299
9	184	206	236	252	265	285	300
10	185	207	237	253	266	286	301
11	186	208	238	254	267	287	302
12	187	209	239	255	268	288	303
13	188	210	240	256	269	289	304
14	189	211	241	257	270	290	305
15	190	212	242	244	271	291	306
16	191	213	243	245	272	286	307
17	192	214	223	246	273	285	308
18	193	215	224	247	274	284	309
19	194	216	225	248	275	283	310
20	195	217	226	249	276	282	311
21	196	218	227	250	260	281	308
22	197	219	228	251	262	280	304
23	176	220	230	252	264	279	299
24	178	221	235	253	266	278	297
25	180	222	238	254	268	277	296

## Приложение к индивидуальному заданию № 2

176. Чему равен по теории Бора орбитальный момент электрона, движущегося по 2-й орбите атома водорода? Чему равен радиус этой орбиты, если известен орбитальный момент электрона?
177. Пользуясь теорией Бора, определить для электрона, находящегося на первой и второй орбитах в атоме водорода, отношение: а) радиусов орбит, б) магнитного момента к механическому. На какой орбите и во сколько раз полная энергия электрона больше?
178. Вычислить для атома водорода радиус первой боровской орбиты; скорость и ускорение электрона на ней.
179. Вычислить угловую скорость электрона на третьей стационарной орбите атома водорода.
180. Вычислить период обращения электрона на второй стационарной орбите атома водорода.
181. Исходя из теории Бора, найти орбитальную скорость электрона на произвольном энергетическом уровне. Сравнить орбитальную скорость на низшем энергетическом уровне со скоростью света.
182. Вычислить радиус первой боровской орбиты однократно ионизированного атома гелия. Сравнить его с радиусом первой боровской орбиты в атоме водорода.
183. Вычислить, пользуясь теорией Бора, скорость и ускорение электрона, находящегося на первой стационарной орбите, однократно ионизированного атома гелия.
184. Вычислить, пользуясь теорией Бора, угловую скорость электрона, находящегося на первой стационарной орбите однократно ионизированного атома гелия.
185. Вычислить период обращения электрона на первой стационарной орбите однократно ионизированного атома гелия.
186. Насколько полная энергия электрона на второй стационарной орбите атома водорода больше (по абсолютному значению), чем на первой?
187. Найти числовые значения кинетической, потенциальной и полной энергии электрона на первой боровской орбите атома  ${}^1_1\text{H}$ .

188. Вычислить кинетические энергии электрона первых трех боровских орбит и для  $n = \infty$  у атома  ${}_1\text{H}^1$ .
189. Вычислить частоту обращения электрона в атоме водорода на второй и третьей орбитах. Сравнить эти частоты с частотой излучения при переходе электрона с 3-й на 2-ю орбиту.
190. Вычислить для иона  $\text{He}^+$  кинетическую энергию электрона в основном состоянии, потенциал ионизации и первый потенциал возбуждения.
191. Во сколько раз отличаются кинетические энергии, линейные скорости и ускорения у электронов в основном состоянии для ионов лития  $\text{Li}^{++}$  и бериллия  $\text{Be}^{+++}$ ?
192. Определить, как изменится орбитальный момент импульса электрона в атоме водорода при переходе электрона из возбужденного состояния в основное с испусканием одного кванта с длиной волны 97,25 нм.
193. Радиус орбиты электрона в атоме водорода  $2,12 \cdot 10^{-10}$  м. Фотоны какой длины волны могут вызвать ионизацию этого атома?
194. Вычислить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.
195. Определить длину волны де Бройля для электрона, находящегося на второй орбите в атоме водорода.
196. Определить длину волны де Бройля для электрона, находящегося в атоме водорода на орбите, радиус которой равен 2,12 Å.
197. Сколько длин волн де Бройля уложится на третьей орбите однократно ионизированного возбужденного атома гелия?
198. Разница между головными линиями серий Лаймана и Бальмера в длинах волн в спектре атомарного водорода равна 534,7 нм. Определить по этим данным постоянную Планка.
199. Определить длины волн головных линий серий Лаймана, Пашена, Брекета и Пфунда.
200. Определить (в длинах волн) спектральные диапазоны, принадлежащие сериям Лаймана и Бальмера.
201. Для серий Пашена, Брекета и Пфунда определить (в длинах волн) спектральные диапазоны.
202. Атомарный водород, возбужденный светом с определенной длиной волны, при переходе в основное состояние испускает только три спектральные линии. Определить длины волн этих

линий и указать, каким сериям они принадлежат.

203. При переходе электрона с некоторой орбиты на вторую атом водорода испускает свет с длиной волны  $4,34 \cdot 10^{-7}$  м. Найти номер неизвестной орбиты.
204. Определить длину волны кванта, соответствующего перехода в ионе лития  $\text{Li}^{++}$  с третьей орбиты на вторую.
205. Вычислить квантовое число, соответствующее возбужденному состоянию иона  $\text{He}^+$ , если известно, что при переходе в основное состояние этот ион испустил два фотона с длинами волн  $1085 \text{ \AA}$  и  $304 \text{ \AA}$ .
206. В спектре атомарного водорода интервал между первыми двумя линиями, принадлежащими серии Бальмера, составляет  $1,71 \cdot 10^{-7}$  м. Определить постоянную Ридберга.
207. Наибольшая длина волны спектральной водородной линии серии Бальмера равна  $656,3 \text{ нм}$ . Определить по этой длине волны наибольшую длину волны в серии Лаймана.
208. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны  $1215 \text{ \AA}$ . Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.
209. Ион бериллия  $\text{Be}^{+++}$  излучает квант энергии в результате перехода электрона с четвертой орбиты на вторую. Определить длину волны излучения. Попадает ли соответствующая линия в видимую часть спектра?
210. Возбужденный ион гелия  $\text{He}^+$  испускает световой квант при переходе электрона с четвертой орбиты на вторую. Какому переходу электрона в атоме водорода это соответствует?
211. При наблюдении спектра атомарного водорода, полученного с помощью дифракционной решетки с периодом  $2 \text{ мкм}$ , обнаружено, что одна из спектральных линий серии Бальмера в спектре второго порядка соответствует углу дифракции  $29^\circ 05'$ . Определить главное квантовое число энергетического уровня атома, переходу с которого отвечает данная линия,
212. Определить частоту света, излучаемого однократно ионизированным возбужденным атомом гелия при переходе электрона на уровень с главным квантовым числом 2, если известно, что радиус орбиты изменился в 4 раза.
213. Вычислить суммарную энергию четырех фотонов, соответствующих первым четырем линиям спектральной серии Баль-

мера.

214. Возбужденный атом водорода при переходе в основное состояние испускает последовательно два кванта с длинами волн  $40510\text{Å}$  и  $972,5\text{Å}$ . Определить энергию первоначального состояния данного атома и соответствующее ему квантовое число.
215. Электрон в невозбужденном атоме водорода получил энергию  $12,1\text{ эВ}$ . На какой энергетический уровень он перешел? Сколько и каких линий спектра могут излучиться при переходе электрона на более низкие энергетические уровни?
216. Какую энергию получил невозбужденный ион бериллия  $\text{Be}^{+++}$ , если его электрон перешел с первого энергетического уровня на третий? Какова частота поглощенного кванта?
217. Определить частоту и энергию, соответствующие коротковолновой границе в спектре ионизированного гелия  $\text{He}^+$ , при переходе электронов на первую стационарную орбиту.
218. Определить массу фотона, излучаемого при переходе электрона в ионе гелия  $\text{He}^+$  с шестой орбиты на первую.
219. Определить импульс фотона, излучаемого при переходе электрона в ионе гелия  $\text{He}^+$  с шестой орбиты на первую.
220. Определить массу фотона, соответствующего переходу электрона в ионе лития  $\text{Li}^{++}$  с третьей орбиты на вторую.
221. Определить импульс фотона, соответствующего переходу электрона в ионе лития  $\text{Li}^{++}$  с третьей орбиты на вторую.
222. Определить, как изменится орбитальный момент импульса электрона в атоме водорода при переходе электрона из возбужденного состояния в основное с испусканием одного кванта с длиной волны  $97,25\text{ нм}$ .
223. Какая разность потенциалов приложена к рентгеновской трубке, если длина волны, соответствующая коротковолновой границе сплошного рентгеновского спектра в 100 раз короче длины волны, соответствующей коротковолновой границе серии Лаймана?
224. Какие спектральные линии появляются при возбуждении атомарного водорода электронами с энергией  $12,5\text{ эВ}$ ?
225. Определить потенциал ионизации и первый потенциал возбуждения атома водорода.
226. Определить потенциал ионизации и первый потенциал возбуждения для иона гелия  $\text{He}^+$ .

227. Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовой серии водорода. Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?
228. Определить длину волны  $K_\alpha$ -линии характеристического рентгеновского спектра, получаемого в рентгеновской трубке с молибденовым ( $_{42}\text{Mo}$ ) антикатодом. Можно ли получить эту линию спектра, подав на рентгеновскую трубку напряжение  $4 \cdot 10^3$  В?
229. Определить энергию фотона, соответствующего  $L_\beta$ -линии в спектре характеристических рентгеновских лучей. Антикотод изготовлен из марганца ( $_{25}\text{Mn}$ ). Постоянную экранирования считать равной 1.
230. Коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра 0,5 нм. Будут ли при этом наблюдаться в спектре характеристического излучения алюминия ( $_{13}\text{Al}$ )  $K_\alpha$ -линии?
231. К рентгеновской трубке с серебряным антикатодом ( $_{47}\text{Ag}$ ) приложено напряжение, достаточное для возбуждения всей  $K$ -серии. Определить суммарную энергию двух квантов, соответствующих  $\alpha$ - и  $\beta$ -линиям этой серии, постоянная экранирования равна 1.
232. Антикотод рентгеновской трубки покрыт молибденом ( $_{42}\text{Mo}$ ). Найти минимальную разность потенциалов, которую надо приложить к трубке, чтобы в спектре рентгеновского излучения появились линии  $K$ -серии молибдена.
233. Разность длин волн между  $K_\alpha$ -линией никеля ( $_{28}\text{Ni}$ ) и коротковолновой границей сплошного рентгеновского спектра равна 0,084 нм. Определить напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом. Постоянная экранирования равна 1.
234. В рентгеновской трубке антикотод сделан из серебра ( $_{47}\text{Ag}$ ). Определить длину волн и энергию кванта для  $K_\alpha$ -линии, а также наименьшее напряжение, необходимое для возбуждения  $K$ -серии серебра. Постоянная экранирования равна 1.
235. Сравните работу выхода электрона из вольфрама, у которого «красная граница» фотоэффекта соответствует длине волны 276 нм, и работу вырывания электрона с  $K$ -оболочки атома вольфрама. Длина волны для  $K_\alpha$ -линии характеристического излучения вольфрама равна 0,01782 нм.

236. При каком наименьшем напряжении на рентгеновской трубке с ванадиевым ( ${}_{23}\text{V}$ ) антикатодом появятся  $K_{\alpha}$ -линии характеристического излучения? Постоянную экранирования принять равной 1.
237. Длина волны  $K_{\alpha}$ -линии в спектре никеля ( ${}_{28}\text{Ni}$ ) отличается от коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра на 10 %. Найти напряжение на рентгеновской трубке. Постоянную экранирования принять за 1.
238. Известно, что длина  $K_{\alpha}$ -линии одного элемента 0,788 Å, а другого 0,713 Å. Вычислить, стоят ли эти элементы рядом в таблице Менделеева. Какие это элементы?
239. При переходе электрона в атоме с  $L$ - на  $K$ -слой испускаются рентгеновские лучи с длиной волны 78,8 нм. Какой это атом? Для линий  $K$ -серии постоянная экранирования равна 1.
240. Найти постоянную экранирования для  $L$ -серии рентгеновских лучей, если известно, что при переходе электрона в атоме вольфрама ( ${}_{74}\text{W}$ ) с  $M$ - на  $L$ -слой испускаются лучи с длиной волны 143 пм.
241. Определить массу кванта, принадлежащего  $K_{\beta}$ -линии в спектре характеристического рентгеновского излучения марганца ( ${}_{25}\text{Mn}$ ). Постоянную экранирования принять равной 1.
242. Определить импульс кванта, принадлежащего  $K_{\beta}$ -линии в спектре характеристического рентгеновского излучения марганца ( ${}_{25}\text{Mn}$ ). Постоянную экранирования принять равной 1.
243. Определить массу и импульс кванта, принадлежащего  $K_{\alpha}$ -линии в спектре характеристического рентгеновского излучения молибдена ( ${}_{42}\text{Mo}$ ). Постоянную экранирования принять равной 1.
244. Чем отличается по строению ядро легкого изотопа гелия от ядра сверхтяжелого водорода (третия)? Определить дефект масс для этих ядер.
245. Определить энергию связи и удельную энергию связи ядра дейтерия.
246. Какая энергия соответствует 1 атомной единице массы?
247. Какую энергию следует затратить, чтобы разделить ядро атома  ${}_{3}\text{Li}^7$  на составляющие его протоны и нейтроны?
248. Определить удельную энергию связи для ядра  ${}_{8}\text{O}^{17}$ .
249. Вычислить дефект массы ядра изотопа неона  ${}_{10}\text{Ne}^{20}$ .

250. Определить дефект массы и энергию, которую следует затратить, чтобы разделить ядра атома бора  ${}_5\text{B}^{10}$  на составляющие его протоны и нейтроны.
251. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра бора  ${}_5\text{B}^{11}$ .
252. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода  ${}_1\text{H}^1$  (энергия ионизации) равна 13,6 эВ. Определить насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.
253. Определить энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра  ${}_{11}\text{Na}^{23}$ .
254. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер 3-х изотопов магния ( ${}_{12}\text{Mg}^{23}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ ,  ${}_{12}\text{Mg}^{25}$ ). Определить удельную энергию связи для этих изотопов.
255. Найти энергию связи для ядра изотопа лития  ${}_3\text{Li}^7$ .
256. Определить дефект массы и энергию связи ядра изотопа углерода  ${}_6\text{C}^{12}$ .
257. Найти постоянную распада радия, если период полураспада радия составляет 1550 лет.
258. Период полураспада фосфора  $\text{P}^{32}$  15 дней. Найти активность препарата фосфора через 10, 30, 90 дней после его изготовления, если начальная активность 100 мКи.
259. Активность некоторого препарата уменьшается в 2,5 раза за 7 суток. Найти его период полураспада.
260. Определить число атомов радона  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ , распавшихся в течение первых суток, если первоначальная масса радона 1 г. Вычислить постоянную распада радона.
261. Определить число атомов урана  ${}_{92}\text{U}^{238}$ , распавшихся в течение года, если первоначальная масса урана 1 кг. Вычислить постоянную распада урана.
262. Выразить скорость радиоактивного распада через период полураспада и начальное число атомов.
263. Первоначальная масса урана  ${}_{92}\text{U}^{238}$   $m_0 = 1$  г. Вычислить начальную скорость радиоактивного распада и скорость распада через 1 миллион лет.
264. Первоначальная масса радона  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$   $m_0 = 1$  г. Вычислить начальную скорость радиоактивного распада и скорость распада через сутки.
265. Радиоактивный натрий  ${}_{11}\text{Na}^{24}$  распадается, выбрасывая  $\beta$ -частицы. Период полураспада натрия 14,8 часов. Вычислить ко-

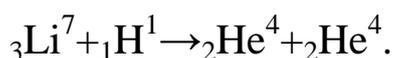
- личество атомов, распавшихся в 1 мг данного радиоактивного препарата за 10 часов.
266. Определить период полураспада радона, если за сутки из 1 миллиона атомов распадается 175000 атомов.
267. Сколько процентов от начального количества радиоактивного химического элемента распадается за время, равное средней продолжительности жизни этого элемента.
268. Активность изотопа углерода  ${}^6\text{C}^{14}$  в древних деревянных предметах составляет  $4/5$  активности этого изотопа в срубленных деревьях. Период полураспада изотопа  ${}^6\text{C}^{14}$  равен 5570 годам. Определить возраст древних предметов.
269. Определить начальную активность радиоактивного препарата марганца  $\text{Mn}^{52}$  массой 0,2 мкг, а также его активность через 6 часов, если период полураспада марганца составляет 5,6 суток.
270. Навеска почвы, в которую внесено удобрение с радиоактивным фосфором  ${}_{15}\text{P}^{32}$ , имеет активность 10 мкКи. Определить массу радиоактивного фосфора в навеске. Период полураспада изотопа 14,28 дня.
271. Сколько атомов полония  ${}_{84}\text{Po}^{206}$  распадается за сутки из 1 миллиона атомов? Период полураспада изотопа 8,8 суток.
272. Сколько атомов радона  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$  распадается за сутки из 1 миллиона атомов?
273. Счетчик  $\alpha$ -частиц, установленный вблизи радиоактивного препарата, в начале наблюдений регистрировал 132 частицы в минуту, а через 4 суток только 100 частиц в минуту. Определить период полураспада радиоактивного препарата.
274. Определить, сколько ядер в 1 мг радиоизотопа церия  ${}_{55}\text{Ce}^{144}$  распадается в течение промежутков времени: а)  $\Delta t = 1$  с, б)  $\Delta t = 1$  год. Период полураспада церия  $T = 285$  суток.
275. При распаде изотопа фосфора  ${}_{15}\text{P}^{32}$  из ядра его атома выбрасывается электрон и нейтрино. Написать ядерную реакцию распада изотопа фосфора и определить числа  $\Delta N_1$  и  $\Delta N_2$  атомов, распадающихся за промежутки времени  $\Delta t_1 = 10$  дней и  $\Delta t_2 = 1$  с. Первоначальное число атомов  $N_0 = 1,9 \cdot 10^{19}$ .
276. Какое количество радиоактивного кобальта  ${}_{27}\text{Co}^{60}$  надо взять, чтобы получить источник излучения с такой же активностью, которой обладает 5 г йода  ${}_{53}\text{I}^{131}$ ?

277. Пучок  $\gamma$ -лучей с длиной волны 0,69 пм падает на поверхность воды. На какой глубине интенсивность лучей уменьшится в 90 раз?
278. Точечный источник  $\gamma$ -излучения  $\text{Co}^{60}$  находится в центре сферического свинцового контейнера с толщиной стенок 1 см и наружным радиусом, равным 20 см. Определить интенсивность потока на выходе контейнера, если активность препарата 100 мкКи, при каждом распаде выделяется два  $\gamma$ -кванта, а линейный коэффициент поглощения  $0,64 \text{ см}^{-1}$ .
279. Интенсивность узкого пучка монохроматических  $\gamma$ -лучей после прохождения через слой свинца толщиной 2 см уменьшается в 2,9 раза, а после прохождения через слой чугуна такой же толщины уменьшается в 1,6 раза. Определить энергию  $\gamma$ -квантов в данном пучке.
280. Сколько слоев половинного ослабления требуется, чтобы уменьшить интенсивность узкого пучка  $\gamma$ -лучей в 100 раз?
281. Вычислить для бетона толщину слоя половинного ослабления узкого пучка  $\gamma$ -лучей с энергией квантов 0,6 МэВ.
282. На какую глубину нужно погрузить в воду источник узкого пучка  $\gamma$ -лучей (энергия квантов 1,6 МэВ), чтобы интенсивность пучка, выходящего из воды, была уменьшена в 1000 раз?
283. Чугунная плита уменьшает интенсивность узкого пучка  $\gamma$ -лучей (энергия квантов 2,8 МэВ) в 10 раз. Во сколько раз уменьшит интенсивность этого пучка свинцовая плита такой же толщины?
284. Узкий пучок  $\gamma$ -лучей (энергия квантов 2,4 МэВ) проходит через бетонную плиту толщиной 1 м. Какой толщины плита чугуна дает такое же ослабление данного пучка  $\gamma$ -лучей?
285. Источник  $\gamma$ -излучения (энергия фотонов 1 МэВ) находится в свинцовом контейнере. Мощность экспозиционной дозы излучения у наружных стенок его составляет 0,3 мР/с. Определить, на сколько следует увеличить толщину стенок контейнера для того, чтобы за время транспортировки 30 мин экспозиционная доза излучения не превысила бы предельно допустимую, которую в данном случае принять равной 10 мР.
286. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии 1 м от точечного источника составляет  $2,15 \cdot 10^{-7}$  Кл/кг. Определите минимальное расстояние от источника, на котором

можно ежедневно работать по 6 ч без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \cdot 10^{-2}$  Дж/кг в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать.

287. Какую экспозиционную дозу создает препарат радиоактивного кобальта с активностью 10 Ки за 30 минут на расстоянии 2 м?
288. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна  $6,45 \cdot 10^{-12}$  Кл/(кг·с). Врач находится в течение дня 5 часов в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней?
289. Мощность экспозиционной дозы на расстоянии 10 см от источника составляет 85 мР/ч. На каком расстоянии от источника можно находиться без защиты, если допустимая мощность дозы равна 0,017 мР/ч?
290. Мощность экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии 1 м от источника составляет 0,1 Р/мин. Рабочий находится 6 часов в день на расстоянии 10 м от источника. Какую эквивалентную дозу облучения он получает за один рабочий день?
291. Препарат радия  ${}_{88}\text{Ra}^{223}$  с начальной активностью 0,5 Ки хранился в течение двух лет. Чему равна мощность экспозиционной дозы излучения препарата на расстоянии 2 м по истечении этого срока?
292. В результате захвата  $\alpha$ -частицы ядром изотопа азота  ${}_{7}\text{N}^{14}$  образуются неизвестный элемент и протон. Написать реакцию и определить неизвестный элемент.
293. В результате захвата нейтрона ядром изотопа азота N образуются неизвестный элемент и  $\alpha$ -частица. Написать реакцию и определить неизвестный элемент.
294. Написать недостающие обозначения (x) в следующих ядерных реакциях:
- 1)  $\text{B}^{10}(x, \alpha)\text{Be}^8$ ,
  - 2)  $\text{Na}^{23}(\text{p}, x)\text{Ne}^{20}$ ,
  - 3)  $\text{O}^{16}({}_1\text{H}^2, \text{n})x$ ,
  - 4)  $x(\text{p}, \text{n})\text{Ar}^{37}$ .
295. При радиоактивном распаде из ядра  ${}_{92}\text{U}^{238}$  испускается  $\alpha$ -частица. Написать ядерную реакцию. В ядро какого элемента превращается при этом ядро атома урана?

296. При бомбардировке изотопа азота  ${}^7\text{N}^{14}$  нейтронами получается изотоп углерода  ${}^6\text{C}^{14}$ , который оказывается  $\beta$ -радиоактивным. Написать уравнение обеих реакций.
297. Изотоп радия с массовым числом 226 превратился в изотоп свинца с массовым числом 206. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов произошло при этом?
298. Сколько энергии выделяется при образовании 1 грамма гелия из протонов и нейтронов?
299. Вычислить энергию ядерной реакции  ${}^8\text{O}^{16} + {}^1\text{H}^2 \rightarrow {}^7\text{N}^{14} + {}^2\text{He}^4$ . Выделяется или поглощается эта энергия?
300. Найти энергию реакции  ${}^4\text{Be}^9 + {}^1\text{H}^1 \rightarrow {}^2\text{He}^4 + {}^3\text{Li}^6$ , если известно, что кинетическая энергия протона равна 5,45 МэВ, ядра гелия равна 4 МэВ, и что ядро гелия вылетело под углом  $90^\circ$  к направлению движения протона; ядро-мишень  ${}^4\text{Be}^9$  – неподвижно.
301. Радиоактивное ядро магния  $\text{Mg}^{23}$  выбросило позитрон и нейтрино. Определить энергию  $\beta^+$  распада ядра.
302. Какая энергия выделится, если при реакции  ${}^4\text{Be}^9 + {}^1\text{H}^2 \rightarrow {}^5\text{B}^{10} + {}^0\text{n}^1$  подвергнуть превращению все ядра, находящиеся в одном грамме бериллия?
303. Какое количество энергии можно получить от деления 1 г урана  ${}_{92}\text{U}^{235}$ , если при каждом делении выделяется энергия, равная приблизительно 200 МэВ?
304. Определить, как протекает реакция  ${}^7\text{N}^{14} + {}^2\text{He}^4 \rightarrow {}^8\text{O}^{17} + {}^1\text{H}^1$  – с поглощением или выделением энергии?
305. Атомный ледокол имеет мощность 32 МВт и потребляет в сутки 200 г урана 235. Определить коэффициент полезного действия реактора ледокола.
306. Какое количество энергии выделяется в результате термоядерной реакции синтеза 1 г гелия из дейтерия и трития?
307. Определить энергию, которая освобождается при термоядерной реакции  ${}^3\text{Li}^6 + {}^1\text{H}^2 \rightarrow 2{}^2\text{He}^4$ . Расчет провести на ядро и на один нуклон.
308. Вычислить энергию, необходимую для разделения ядра  $\text{Ne}^{20}$  на две  $\alpha$ -частицы и ядро  $\text{C}^{12}$ , если известно, что энергия связи на один нуклон в ядрах  $\text{Ne}^{20}$ ,  $\text{He}^4$  и  $\text{C}^{12}$  равны соответственно 8,03, 7,07 и 7,68 МэВ.
309. Найти энергию, освобождающуюся при ядерной реакции:



310. Определить энергию реакции  ${}_3\text{Li}^7 + p \rightarrow 2{}_2\text{He}^4$ , если известно, что энергии связи на один нуклон в ядрах  $\text{Li}^7$  и  $\text{He}^4$  равны соответственно 5,6 и 7,06 МэВ.
311. При бомбардировке изотопа алюминия  ${}_{13}\text{Al}^{27}$   $\alpha$ -частицами получается радиоактивный изотоп фосфора  ${}_{15}\text{P}^{30}$ , который затем распадается с выделением позитронов. Написать уравнения обеих реакций.

### Список литературы

1. Савельев, И.В. Курс общей физики. Том 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика [Текст] / И.В. Савельев. – Изд. 15-е, стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2019. – (Учебники для вузов) (Специальная литература).
2. Савельев, И.В. Курс общей физики. Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Текст] / И. В. Савельев. – Изд. 13-е, стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2019. – (Учебники для вузов) (Специальная литература).
3. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – Изд. 23-е стер. – М.: Академия, 2017.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения [Текст]/Т.И. Трофимова, А.В. Фирсов. – Изд. 6-е стер. – М.: Академия, 2016.
5. Трофимова, Т.И. Физика [Текст]: учебник: для студ. вузов по технич. направл. подгот. / Т.И. Трофимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия, 2013.
6. Волькенштейн, В.С. Сборник задач по общему курсу физики [Текст]/ В.С. Волькенштейн. – 3-изд., исправл. и доп. – СПб.: Книжный мир, 2011.
7. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Текст]/ И.Е. Иродов. – Изд. 15-е стер. – СПб. [и др.]: Лань, 2018.
8. Чертов, А.Г. Задачник по физике [Текст]: учеб. пос. для втузов / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев. – Изд. 8-е, перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2009.

## Приложение

### Справочные материалы

#### Кратные и дольные единицы

Множи- тель	Приставки		Множи- тель	Приставки	
	наимено- вание	обозначе- ние		наимено- вание	обозна- чение
$10^{18}$	экса	Э	$10^{-1}$	деци	Д
$10^{15}$	пета	П	$10^{-2}$	санتي	С
$10^{12}$	тера	Т	$10^{-3}$	милли	М
$10^9$	гига	Г	$10^{-6}$	микро	мк
$10^6$	мега	М	$10^{-9}$	нано	Н
$10^3$	кило	К	$10^{-12}$	пико	П
$10^2$	гекто	Г	$10^{-15}$	фемто	Ф
$10^1$	дека	да	$10^{-18}$	атто	А

#### Греческий алфавит

Α, α	альфа	Ν, ν	Ню
Β, β	бета	Ξ, ξ	Кси
Γ, γ	гамма	Ο, ο	Омикрон
Δ, δ	дельта	Π, π	пи
Ε, ε	эпсилон	Ρ, ρ	ро
Ζ, ζ	дзета	Σ, σ	сигма
Η, η	эта	Τ, τ	тау
Θ, θ	тэта	Υ, υ	ипсилон
Ι, ι	йота	Φ, φ	фи
Κ, κ	каппа	Χ, χ	хи
Λ, λ	ламбда	Ψ, ψ	пси
Μ, μ	мю	Ω, ω	омега

## Единицы физических величин

### Основные и дополнительные единицы СИ

<i>Величина</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>
<i>Основные</i>		
Длина	Метр	м
Масса	Килограмм	кг
Время	Секунда	с
Сила электрического тока	Ампер	А
Термодинамическая температура	Кельвин	К
Сила света	Кандела	Кд
Количество вещества	Моль	Моль
<i>Дополнительные</i>		
Плоский угол	РадIAN	Рад
Телесный угол	Стерeдиан	Ср

### Производные единицы СИ с собственными наименованиями

<i>Величина</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Выражение через единицы СИ</i>
Частота	герц	Гц	$\text{с}^{-1}$
Сила, вес	ньютон	Н	$\text{м кг с}^{-2}$
Давление, механическое напряжение	паскаль	Па	$\text{м}^{-1} \text{кг с}^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-2}$
Мощность	ватт	Вт	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-3}$
Количество электричества	кулон	Кл	$\text{с А}$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	вольт	В	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-1}$
Электрическая ёмкость	фарад	Ф	$\text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^4 \text{А}^2$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	См	$\text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^3 \text{А}^2$

<i>Величина</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Выражение через единицы СИ</i>
Поток магнитной индукции	вебер	Вб	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	Тл	$\text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
Индуктивность	генри	Гн	$\text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-2}$
Световой поток	люмен	лм	кд ср
Освещённость	люкс	лк	$\text{м}^{-2}$ кд ср
Активность радионуклида	беккерель	Бк	$\text{с}^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	грей	Гр	$\text{м}^2 \text{с}^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	зиверт	Зв	$\text{м}^2 \text{с}^{-2}$

### Внесистемные единицы

<i>Величина</i>	<i>Внесистемная единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Соотношение с единицей СИ</i>
Длина	ангстрем	Å	$10^{-10}$ м
Масса	атомная единица массы	а.е.м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	средние сутки	сут	86400 с
	час	ч	3600 с
	минута	мин	60 с
Плоский угол	градус	°	$1,75 \cdot 10^{-2}$ рад
	минута	'	$2,91 \cdot 10^{-4}$ рад
	секунда	"	$4,85 \cdot 10^{-6}$ рад
Энергия, работа, количество теплоты	ватт-час	Вт·ч	3600 Дж
	калория	кал	4,19 Дж
	эрг	эрг	$10^{-7}$ Дж
	электрон-вольт	эВ	$1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж
Активность радиоактивного препарата	кюри	Ки	$3,7 \cdot 10^{10}$ Бк
Экспозиционная доза ионизирующего излучения	рентген	Р	$2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг

<i>Величина</i>	<i>Внесистемная единица измерения</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Соотношение с единицей СИ</i>
Эквивалентная доза ионизирующего излучения	бэр	бэр	$10^{-2}$ Зв
Мощность экспозиционной дозы	Рентген в секунду	Р/с	$2,58 \cdot 10^{-4}$ А/кг

## Значения некоторых физических величин

### Основные физические постоянные

<i>Физическая величина</i>	<i>Численное значение</i>
Ускорение свободного падения	$g = 9,81 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг с}^2)$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$
Молярный объем идеального газа при нормальных условиях	$V_{om} = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/ \text{ моль}$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/ К}$
Постоянная Фарадея	$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Кл/ моль}$
Масса покоя электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса покоя протона	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Заряд электрона	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/ с}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К}^4)$
Постоянная закона смещения Вина	$b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м К}$
Постоянная Планка	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$
Постоянная Ридберга	$R = 3,29 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$ $R' = 1,10 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Радиус боровской орбиты	$r = 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ м}$
Комптоновская длина волны электрона	$\lambda_c = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн /м}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$

**Условные диапазоны длин волн для основных цветов  
видимого спектра**

<i>Цвет</i>	<i>Диапазон длин волн, нм</i>
Фиолетовый	380—440
Синий	440—485
Голубой	485—500
Зеленый	500—565
Желтый	565—590
Оранжевый	590—625
Красный	625—740

**Показатели преломления**

<i>Вещество</i>	<i>n</i>	<i>Вещество</i>	<i>N</i>
Алмаз	2,42	Сероуглерод	1,63
Ацетон	1,36	Скипидар	1,48
Вода	1,33	Стекло	1,5-1,9
Лед	1,31	Хлороформ	1,45
Глицерин	1,47		

**Работа выхода электронов из металлов  
(в эВ)**

<i>Вещество</i>	<i>A<sub>вых</sub></i>	<i>Вещество</i>	<i>A<sub>вых</sub></i>	<i>Вещество</i>	<i>A<sub>вых</sub></i>
Алюминий	3,74	Калий	2,15	Никель	4,84
Барий	2,29	Кобальт	4,25	Платина	5,29
Висмут	4,62	Литий	2,39	Серебро	4,28
Вольфрам	4,50	Медь	4,47	Титан	3,92
Железо	4,36	Молибден	4,27	Цезий	1,89
Золото	4,58	Натрий	2,27	Цинк	3,74

**Периоды полураспада некоторых радиоактивных элементов**

<i>Изотоп</i>	<i>Период полураспада</i>	<i>Изотоп</i>	<i>Период полураспада</i>
${}^6\text{C}^{14}$	$5,7 \cdot 10^3$ лет	${}_{53}\text{I}^{131}$	8 сут
${}_{11}\text{Na}^{24}$	15 ч	${}_{55}\text{Ce}^{144}$	285 сут
${}_{12}\text{Mg}^{23}$	11,3 с	${}_{77}\text{Ir}^{192}$	73,8 сут
${}_{12}\text{Mg}^{27}$	9,5 мин	${}_{84}\text{Po}^{206}$	8,8 сут
${}_{15}\text{P}^{32}$	14,3 сут	${}_{84}\text{Po}^{210}$	138,4 сут
${}_{15}\text{P}^{33}$	25,3 сут	${}_{86}\text{Rn}^{222}$	3,8 сут
${}_{20}\text{Ca}^{45}$	162,7 сут	${}_{88}\text{Ra}^{223}$	11,4 сут
${}_{25}\text{Mn}^{52}$	5,6 сут	${}_{88}\text{Ra}^{226}$	$1,6 \cdot 10^3$ лет
${}_{27}\text{Co}^{60}$	5,3 года	${}_{92}\text{U}^{235}$	$7 \cdot 10^8$ лет
${}_{38}\text{Sr}^{90}$	28 лет	${}_{92}\text{U}^{238}$	$4,5 \cdot 10^9$ лет

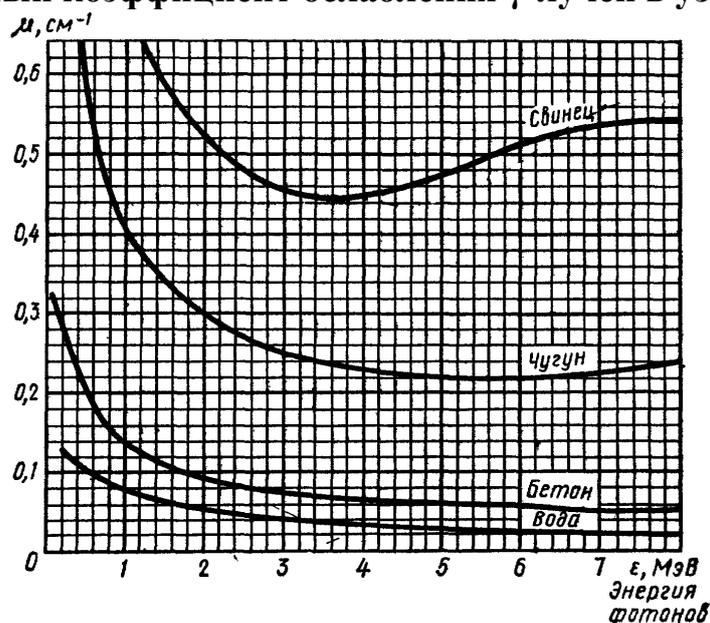
### Массы некоторых изотопов в а.е.м.

Изотоп	Масса	Изотоп	Масса
${}^1_1\text{H}^1$	1,00783	${}^{18}_9\text{F}^{18}$	18,00093
${}^2_1\text{H}^2$	2,01410	${}^{20}_{10}\text{Ne}^{20}$	19,99244
${}^3_1\text{H}^3$	3,01605	${}^{23}_{11}\text{Na}^{23}$	22,98977
${}^3_2\text{He}^3$	3,01603	${}^{23}_{12}\text{Mg}^{23}$	22,99412
${}^4_2\text{He}^4$	4,00260	${}^{24}_{12}\text{Mg}^{24}$	23,98504
${}^6_3\text{Li}^6$	6,01512	${}^{25}_{12}\text{Mg}^{25}$	24,98584
${}^7_3\text{Li}^7$	7,01601	${}^{27}_{13}\text{Al}^{27}$	26,98154
${}^7_4\text{Be}^7$	7,01693	${}^{24}_{14}\text{Si}^{24}$	24,01155
${}^8_4\text{Be}^8$	8,00531	${}^{30}_{14}\text{Si}^{30}$	29,97377
${}^9_4\text{Be}^9$	9,01218	${}^{32}_{15}\text{P}^{32}$	31,97391
${}^{10}_5\text{B}^{10}$	10,01294	${}^{33}_{15}\text{P}^{33}$	32,97173
${}^{11}_5\text{B}^{11}$	11,00931	${}^{40}_{20}\text{Ca}^{40}$	39,96259
${}^{12}_6\text{C}^{12}$	12,00000	${}^{56}_{27}\text{Co}^{56}$	55,93984
${}^{14}_6\text{C}^{14}$	14,003242	${}^{200}_{80}\text{Hg}^{200}$	199,96833
${}^{13}_7\text{N}^{13}$	13,00574	${}^{206}_{84}\text{Po}^{206}$	205,98048
${}^{14}_7\text{N}^{14}$	14,00307	${}^{223}_{88}\text{Ra}^{223}$	223,01850
${}^{15}_7\text{N}^{15}$	15,00011	${}^{226}_{88}\text{Ra}^{226}$	226,02541
${}^{16}_8\text{O}^{16}$	15,99491	${}^{235}_{92}\text{U}^{235}$	235,04393
${}^{17}_8\text{O}^{17}$	16,99913	${}^{238}_{92}\text{U}^{238}$	238,05079

### Массы элементарных частиц в а.е.м.

Название	Обозначение	Масса
протон	${}^1_1\text{p}^1$	1,00728
нейтрон	${}^1_0\text{n}^1$	1,00866
Электрон	${}^0_{-1}\text{e}^0$	0,00055

### Линейный коэффициент ослабления $\gamma$ -лучей в узком пучке



**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ  
Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА**



Периодический закон открыт  
Д.И.МЕНДЕЛЕЕВЫМ в 1869 году

	I								II								III								IV								V								VI								VII		VIII																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1	<b>H</b> 1,00754 ВОДОРОД	<b>He</b> 4,002602 ГЕЛИЙ	<b>Li</b> 6,941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9,012182 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10,811 БОР	<b>C</b> 12,011 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14,00674 АЗОТ	<b>O</b> 15,9994 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18,9984032 ФТОР	<b>Ne</b> 20,1797 НЕОН	<b>Na</b> 22,989766 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24,3050 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26,981539 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28,0855 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30,973762 ФОСФОР	<b>S</b> 32,066 СЕРА	<b>Ar</b> 39,948 АРГОН	<b>K</b> 39,0983 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40,078 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44,955910 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47,88 ТИТАН	<b>V</b> 50,9415 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51,9961 ХРОМ	<b>Mn</b> 54,93805 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55,847 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58,93320 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58,69 НИКЕЛЬ	<b>Cu</b> 63,546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65,39 ЦИНК	<b>Ga</b> 69,723 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72,61 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74,92159 МЫШЬЯН	<b>Se</b> 78,96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79,904 БРОМ	<b>Kr</b> 83,80 КРИПТОН	<b>Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,90585 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,90638 НЮБИЙ	<b>Mo</b> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07 РУТИЛИЙ	<b>Rh</b> 102,90550 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42 ПАЛЛАДИЙ	<b>Ag</b> 107,8682 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112,411 КАДМИЙ	<b>In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118,710 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121,75 СТУРЬЯ	<b>Te</b> 127,60 ТЕЛУР	<b>I</b> 126,90447 ИОД	<b>Xe</b> 131,29 КСЕНОН	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ
2	<b>Li</b> 6,941 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 9,012182 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 10,811 БОР	<b>C</b> 12,011 УГЛЕРОД	<b>N</b> 14,00674 АЗОТ	<b>O</b> 15,9994 КИСЛОРОД	<b>F</b> 18,9984032 ФТОР	<b>Ne</b> 20,1797 НЕОН	<b>Na</b> 22,989766 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24,3050 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26,981539 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28,0855 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30,973762 ФОСФОР	<b>S</b> 32,066 СЕРА	<b>Ar</b> 39,948 АРГОН	<b>K</b> 39,0983 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40,078 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44,955910 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47,88 ТИТАН	<b>V</b> 50,9415 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51,9961 ХРОМ	<b>Mn</b> 54,93805 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55,847 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58,93320 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58,69 НИКЕЛЬ	<b>Cu</b> 63,546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65,39 ЦИНК	<b>Ga</b> 69,723 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72,61 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74,92159 МЫШЬЯН	<b>Se</b> 78,96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79,904 БРОМ	<b>Kr</b> 83,80 КРИПТОН	<b>Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,90585 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,90638 НЮБИЙ	<b>Mo</b> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07 РУТИЛИЙ	<b>Rh</b> 102,90550 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42 ПАЛЛАДИЙ	<b>Ag</b> 107,8682 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112,411 КАДМИЙ	<b>In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118,710 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121,75 СТУРЬЯ	<b>Te</b> 127,60 ТЕЛУР	<b>I</b> 126,90447 ИОД	<b>Xe</b> 131,29 КСЕНОН	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ		
3	<b>Na</b> 22,989766 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 24,3050 МАГНИЙ	<b>Al</b> 26,981539 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 28,0855 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 30,973762 ФОСФОР	<b>S</b> 32,066 СЕРА	<b>Ar</b> 39,948 АРГОН	<b>K</b> 39,0983 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40,078 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44,955910 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47,88 ТИТАН	<b>V</b> 50,9415 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51,9961 ХРОМ	<b>Mn</b> 54,93805 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55,847 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58,93320 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58,69 НИКЕЛЬ	<b>Cu</b> 63,546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65,39 ЦИНК	<b>Ga</b> 69,723 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72,61 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74,92159 МЫШЬЯН	<b>Se</b> 78,96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79,904 БРОМ	<b>Kr</b> 83,80 КРИПТОН	<b>Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,90585 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,90638 НЮБИЙ	<b>Mo</b> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07 РУТИЛИЙ	<b>Rh</b> 102,90550 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42 ПАЛЛАДИЙ	<b>Ag</b> 107,8682 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112,411 КАДМИЙ	<b>In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118,710 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121,75 СТУРЬЯ	<b>Te</b> 127,60 ТЕЛУР	<b>I</b> 126,90447 ИОД	<b>Xe</b> 131,29 КСЕНОН	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ										
4	<b>K</b> 39,0983 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 40,078 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 44,955910 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 47,88 ТИТАН	<b>V</b> 50,9415 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 51,9961 ХРОМ	<b>Mn</b> 54,93805 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 55,847 ЖЕЛЕЗО	<b>Co</b> 58,93320 КОБАЛЬТ	<b>Ni</b> 58,69 НИКЕЛЬ	<b>Cu</b> 63,546 МЕДЬ	<b>Zn</b> 65,39 ЦИНК	<b>Ga</b> 69,723 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 72,61 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 74,92159 МЫШЬЯН	<b>Se</b> 78,96 СЕЛЕН	<b>Br</b> 79,904 БРОМ	<b>Kr</b> 83,80 КРИПТОН	<b>Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,90585 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,90638 НЮБИЙ	<b>Mo</b> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07 РУТИЛИЙ	<b>Rh</b> 102,90550 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42 ПАЛЛАДИЙ	<b>Ag</b> 107,8682 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112,411 КАДМИЙ	<b>In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118,710 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121,75 СТУРЬЯ	<b>Te</b> 127,60 ТЕЛУР	<b>I</b> 126,90447 ИОД	<b>Xe</b> 131,29 КСЕНОН	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ																	
5	<b>Rb</b> 85,4678 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 87,62 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 88,90585 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 91,224 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 92,90638 НЮБИЙ	<b>Mo</b> 95,94 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 101,07 РУТИЛИЙ	<b>Rh</b> 102,90550 РОДИЙ	<b>Pd</b> 106,42 ПАЛЛАДИЙ	<b>Ag</b> 107,8682 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 112,411 КАДМИЙ	<b>In</b> 114,82 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 118,710 ОЛОВО	<b>Sb</b> 121,75 СТУРЬЯ	<b>Te</b> 127,60 ТЕЛУР	<b>I</b> 126,90447 ИОД	<b>Xe</b> 131,29 КСЕНОН	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ																																			
6	<b>Cs</b> 132,90543 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 137,327 БАРИЙ	<b>La</b> 138,9055 ЛАНТАНОИДЫ	<b>Ce</b> 140,115 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 140,90765 ПРАЗЕОДИЙ	<b>Nd</b> 144,24 НЕОДИМ	<b>Pm</b> 144,9127 ПРОМЕТИЙ	<b>Sm</b> 150,36 САМАРИЙ	<b>Eu</b> 151,965 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 157,25 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 158,92534 ТЕРБИЙ	<b>Dy</b> 162,50 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 164,93032 ГОЛЬМИЙ	<b>Er</b> 167,26 ЭРБИЙ	<b>Tm</b> 168,93421 ТУЛИЙ	<b>Yb</b> 173,04 ИТТЕРБИЙ	<b>Lu</b> 174,967 ЛУЦИЙ																																																					
7	<b>Fr</b> 223,0187 ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> 226,0254 РАДИЙ	<b>Ac</b> 227,0278 АКТИНИЙ	<b>Th</b> 232,0387 ТОРИЙ	<b>Pa</b> 231,0368 ПРОТАКТИНИЙ	<b>U</b> 238,0289 УРАН	<b>Np</b> 237,0482 НЕПУТНИЙ	<b>Pu</b> 244,0442 ПУТОНИЙ	<b>Am</b> 243,0614 АМЕРИЦИЙ	<b>Cm</b> 247,0703 КУРИЙ	<b>Bk</b> 247,0703 БЕРКИЙ	<b>Cf</b> 251,0825 КАЛИФОРНИЙ	<b>Es</b> 252,083 ЭЙЗЕНСТАДТОВИЙ	<b>Fm</b> 257,0951 ФЕРМИЙ	<b>Md</b> 258,10 МЕНДЕЛЕВИЙ	<b>No</b> 259,1009 НОБЕЛИЙ	<b>Lr</b> 260,105 ЛУРЕНСИЙ																																																					

Li — Атомный номер  
Au — Относительная атомная масса

Относительные атомные массы приведены по Международной таблице 1985 года

— 5-элементы  
— 6-элементы  
— 7-элементы  
— 8-элементы

**★ ЛАНТАНОИДЫ**

**★★ АКТИНОИДЫ**

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
Требования к оформлению индивидуальных заданий .....	4
Таблица к индивидуальному заданию № 1. «Оптика» .....	6
Приложение к индивидуальному заданию № 1.....	6
Таблица к индивидуальному заданию № 2. «Элементы атомной и ядерной физики» .....	26
Приложение к индивидуальному заданию № 2.....	27
Список литературы.....	38
Приложение. Справочные материалы .....	39



---

---

***Ответственный за выпуск Е.В. Славорова***

***Корректор Г.Н. Елисева***

Заказ № 279–Р. Тираж 50 экз. Подписано в печать 09.06. 2023 г.

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Емельянова, 1