

На титульном листе указать фамилию и инициалы студента, шифр и домашний адрес, наименование дисциплины, номер контрольной работы.

Условия задач своего варианта переписывать полностью.

Каждую задачу начинать на новой странице.

Для замечаний рецензента оставлять поля.

Указать список учебной литературы, используемой при выполнении контрольной работы.

Выполненные контрольные работы должны быть высланы студентом - заочником по почте или лично переданы в деканат заочного отделения в сроки, указанные в учебном плане.

После получения рецензии на контрольную работу студент обязан учесть замечания рецензента.

Если контрольная работа не зачтена, студент должен заново решить те задачи, по которым были получены ошибочные результаты, и представить контрольную работу на повторное рецензирование.

Зачтенные контрольные работы предъявляются преподавателю кафедры физики и до экзамена студент-заочник должен дать пояснения к решению задач.

Рекомендации к решению контрольных задач

Значения физических величин должны быть переведены в СИ.

При необходимости для пояснения решения задачи представлять схематический чертеж или рисунок.

Чертежи, рисунки и используемые формулы сопровождать пояснениями.

При необходимости привести вывод расчетной формулы.

Не производить промежуточных вычислений физических величин.

Решение задачи приводить сначала в общем виде через буквенные обозначения величин, заданных в условии задачи.

Выполнить проверку размерности искомой величины, подставив обозначения единиц измерения в окончательную формулу.

Подставить числовые значения, выраженные в единицах СИ, в окончательную формулу и произвести вычисления, используя (где это необходимо) правила приближенных вычислений.

Записать окончательный ответ в виде числового значения и единиц измерения искомой физической величины.

В контрольные работы включены задачи четырех разделов:

- 1 - Физические основы механики;
- 2 - Молекулярная физика и термодинамика;
- 3 - Электричество и магнетизм;
- 4 - Элементы волновой оптики, атомной физики и квантовой механики.

Для студентов тех специальностей, учебными планами которых предусмотрены четыре контрольные работы, определение варианта задания проводится по единой для всех четырех контрольных работ таблице вариантов (табл.1). Номер контрольной работы соответствует номеру раздела, из которого необходимо решить задачи, указанные в строке соответствующего варианта. В контрольную работу №4 включены задачи из раздела 4 «Элементы волновой оптики, атомной физики и квантовой механики». Каждый вариант содержит восемь задач. Студент-заочник должен решать задачи того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой шифра его зачетной книжки.

Таблица 1.

Вариант	Номера задач контрольной работы 4							
	1	11	21	31	41	51	61	71
1	1	11	21	31	41	51	61	71
2	2	12	22	32	42	52	62	72
3	3	13	23	33	43	53	63	73
4	4	14	24	34	44	54	64	74
5	5	15	25	35	45	55	65	75
6	6	16	26	36	46	56	66	76
7	7	17	27	37	47	57	67	77
8	8	18	28	38	48	58	68	78
9	9	19	29	39	49	59	69	79
0	10	20	30	40	50	60	70	80

Например, студент, у которого последняя цифра шифра его зачетной книжки 8, решает в контрольной работе 4 задачи из раздела 4 «Элементы волновой оптики, атомной физики и квантовой механики» под номерами 8, 18, 28, 38, 48, 58, 68, 78.

Для студентов тех специальностей, учебными планами которых предусмотрены две контрольные работы, номер варианта определяется так же по последней цифре шифра зачетной книжки, а номера задач по таблице 2 в соответствии с вариантом. В таблицу 2 включены номера задач из двух разделов: «Электричество и магнетизм», «Элементы волновой оптики, атомной физики и квантовой механики». (см. Физика. Раздел 3 методических указаний)

Таблица 2.

Вариант	Номера задач контрольной работы 2							
	Раздел 3				Раздел 4			
1	1	21	41	61	1	21	41	61
2	2	22	42	62	2	22	42	62
3	3	23	43	63	3	23	43	63
4	4	24	44	64	4	24	44	64
5	5	25	45	65	5	25	45	65
6	6	26	46	66	6	26	46	66
7	7	27	47	67	7	27	47	67
8	8	28	48	68	8	28	48	68
9	9	29	49	69	9	29	49	69
0	10	30	50	70	10	30	50	70

5. УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

В настоящем разделе даны основные формулы, используемые студентом при изучении основных вопросов элементов волновой оптики, атомной физики и квантовой механики, примеры решения и оформления контрольных задач, а также контрольные задания.

5.1. ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

Скорость света в среде

$$v = \frac{c}{n}$$

где c - скорость света в вакууме; n - абсолютный показатель преломления среды.

Оптическая длина пути световой волны

$$L = n\ell$$

где ℓ - геометрическая длина пути световой волны в среде.

Оптическая разность хода двух световых волн

$$\Delta = L_1 - L_2$$

Условие максимумов и минимумов интенсивности света при интерференции

$$\Delta_{max} = \pm k\lambda,$$

$$\Delta_{min} = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

где λ - длина волны.

Разность фаз колебаний

$$\Delta\phi = \frac{2\pi\Delta}{\lambda}$$

Оптическая разность хода световых волн, отраженных от верхней и нижней поверхностей тонкой плоскопараллельной пластинки или пленки

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha} + \frac{\lambda}{2}$$

где d - толщина пластинки, α - угол падения.

Радиусы темных и светлых колец Ньютона в отраженном свете, или светлых и темных в проходящем

где $\lambda_{кр}$, $\nu_{кр}$ – максимальная длина волны и минимальная частота излучений, при которых еще возможен фотоэффект; c – скорость электромагнитного излучения в вакууме.

5.5. ФОТОНЫ

Энергия фотона

$$\epsilon_{\phi} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ или } \epsilon_{\phi} = h\omega.$$

Масса и импульс фотона

$$m_{\phi} = \frac{\epsilon_{\phi}}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}, \quad p = m_{\phi}c = \frac{h}{\lambda}.$$

5.6. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАЧ

Пример. Пластинка кварца толщиной $d_1 = 1$ мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол $\phi_1 = 20^\circ$. Определить: какова должна быть толщина d_2 кварцевой пластинки, помещенной между двумя параллельными николями, чтобы свет был полностью погашен.

Дано	СИ	Решение
$d_1 = 1$ мм	$1 \cdot 10^{-3}$ м	Угол поворота плоскости поляризации кварцевой пластинкой определяется соотношением $\phi = ad$.
$\phi_1 = 20^\circ$		
$d_2 = ?$		

Пользуясь этой формулой, выразим искомую толщину d_2 пластинки

$$d_2 = \phi_2 / \alpha,$$

где ϕ_2 – угол поворота плоскости поляризации, при котором свет будет полностью погашен ($\phi_2 = 90^\circ$).

12

Постоянную вращения α для кварца найдем также из формулы $\phi = \alpha d$, подставив в нее заданные в условии задачи значения d_1 и ϕ_1 :

$$\alpha = \phi_1 / d_1.$$

Подставив это выражение α в формулу для d_2 , получим

$$d_2 = (\phi_2 / \phi_1) \cdot d_1.$$

Проверка размерности

$$[d_2] = \frac{\text{град} \cdot \text{м}}{\text{град}} = \text{м}.$$

Произведя вычисления по этой формуле, найдем толщину пластинки:

$$d_2 = \frac{90 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{20} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Ответ: толщина кварцевой пластинки $d_2 = 4,5 \cdot 10^{-3}$ м.

5.7. ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Оптическая разность хода Δ двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3 \lambda$. Определить разность фаз.
2. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной $h = 1$ мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально, 2) под углом $\alpha = 30^\circ$?
3. Найти все длины волн видимого света (от $0,76$ до $0,38$ мкм), которые будут максимально усилены при оптической разности хода Δ интерферирующих волн равной $1,8$ мкм.
4. Свет прошел путь 20 см в сероуглероде. Какой путь пройдет он за то же время в стекле? Чему равна оп-

13

тическая длина пути света в сероуглероде и в стекле? Показатель преломления сероуглерода $1,63$, стекла – $1,49$.

5. На прозрачную пленку ($n = 1,3$) падает под углом 45° параллельный пучок монохроматических лучей ($\lambda = 0,55$ мкм). При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи максимально усилены?

6. На тонкую пленку с показателем преломления $n = 1,48$ падает под углом 60° белый свет. При этом в отраженном свете она кажется оранжевой ($\lambda = 0,625$ мкм). Каким будет казаться цвет пленки в отраженном свете, если угол зрения уменьшить в 2 раза?

7. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной $d = 1,2$ мкм помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 , причем $n_1 < n < n_2$. Свет с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$ м падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода волн Δ , отраженных от верхней и нижней поверхностей пластины. Указать: усиление или ослабление света происходит при интерференции.

8. На тонкую стеклянную пластинку, покрытую очень тонкой пленкой, показатель преломления вещества которой $n_2 = 1,4$, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Вследствие интерференции отраженный свет максимально ослаблен. Определить толщину пленки.

9. Определить длину отрезка ℓ_1 , на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке $\ell_2 = 3$ мм в воде.

10. Разность фаз колебаний интерферирующих волн $\Delta\phi = 6\pi$. Найти все длины волн видимого света (от $7,6 \cdot 10^{-7}$ до $3,8 \cdot 10^{-7}$ м), которые будут максимально ослаблены.

11. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Определите наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная $d = 2$ мкм.

14

12. На дифракционную решетку длиной $\ell = 15$ мм, содержащую $N = 3000$ штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 550$ нм. Определите: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектральной решетке; 2) угол, соответствующий последнему максимуму.

13. Определите число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу $\phi = 30^\circ$ соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

14. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В спектре, полученном с помощью этой дифракционной решетки, некоторая спектральная линия наблюдается в первом порядке под углом $\phi = 11^\circ$. Определите наивысший порядок спектра, в котором может наблюдаться эта линия.

15. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определите угол дифракции, соответствующий максимуму четвертого порядка, если максимум третьего порядка отклонен на $\phi_1 = 18^\circ$.

16. Какой должна была бы быть толщина плоскопараллельной стеклянной пластинки ($n = 1,55$), чтобы в отраженном свете максимум второго порядка для $\lambda = 0,65$ мкм наблюдался под тем же углом, что и у дифракционной решетки с постоянной $d = 1$ мкм.

17. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В спектре, полученном с помощью этой дифракционной решетки, некоторая спектральная линия наблюдается в третьем порядке под углом 30° . Определите наивысший порядок спектра, в котором может наблюдаться эта линия.

18. На дифракционную решетку, содержащую 600 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Определите изменение угла отклонения лучей второго дифракционного максимума, если взять решетку с периодом $d = 10^{-2}$ мм.

15

19. Монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,585 \text{ мкм}$ падает нормально на узкую щель. Найти ширину щели, если угол отклонения лучей, соответствующих второму максимуму, равен 17° .

20. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба направлена на максимум третьего порядка. При повороте трубы на угол $\Delta\varphi = 20^\circ$ наблюдается другой максимум того же порядка. Определить длину волны λ света.

21. Между стеклянной пластинкой и плосковыпуклой линзой налита жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус восьмого темного кольца в отраженном свете равен $6,5 \text{ мм}$. Длина волны света $0,7 \text{ мкм}$, радиус кривизны линзы 10 м .

22. Каково расстояние между двадцатым и двадцать первым светлыми кольцами Ньютона в отраженном свете, если расстояние между вторым и третьим равно 1 мм ?

23. Плоско-выпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) видно первое светлое кольцо Ньютона.

24. Плоско-выпуклая линза выпуклой стороной соприкасается со стеклянной пластинкой. Радиус кривизны R , длина волны λ . Найти ширину десятого кольца Ньютона Δr_{10} .

25. Определить радиус кривизны плоско-выпуклой линзы, если при освещении ее монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 600 \text{ нм}$, радиус второго темного кольца Ньютона в проходящем свете $r_2 = 0,4 \text{ мм}$.

26. Две плоско-выпуклые линзы с радиусом кривизны $R = 1 \text{ м}$ сложены вплотную выпуклыми поверхностями. Определить радиус второго темного кольца, наблюдаемого в проходящем свете ($\lambda = 660 \text{ нм}$). Свет падает на поверхность верхней линзы нормально.

27. Плоско-выпуклая линза с оптической силой 2 диоптрия выпуклой стороной лежит на стеклянной пла-

16

стинке. Определить длину световой волны, если радиус r_4 четвертого светлого кольца в отраженном свете равен $0,7 \text{ мм}$.

28. На стеклянной пластинке лежит плоско-выпуклая линза. Первое светлое кольцо в отраженном свете видно там, где толщина слоя воздуха $d = 0,15 \text{ мкм}$. Определить длину волны падающего света.

29. В отраженном свете на установке Ньютона наблюдают третье темное кольцо ($k = 3$). Когда пространство между линзой и плоскопараллельной пластиной заполнили жидкостью, то тот же радиус стал иметь кольцо с номером $(k+1)$. Определить показатель преломления жидкости.

30. При наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 0,55 \text{ мкм}$) колец Ньютона диаметр второго светлого кольца оказался равен $d_2 = 1,1 \text{ мм}$. Определить оптическую силу плоско-выпуклой линзы.

31. Определите степень поляризации P света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.

32. Естественный свет интенсивностью I_0 проходит через поляризатор и анализатор, угол между главными плоскостями которых составляет α . После прохождения света через эту систему он падает на зеркало и, отразившись, проходит вновь через нее. Пренебрегая поглощением света, определите интенсивность I света после его обратного прохождения.

33. Определите степень поляризации частично поляризованного света, если амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 3 раза больше амплитуды, соответствующей его минимальной интенсивности.

34. Интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, уменьшилась в 8 раз. Пренебрегая поглощением света, определите угол между главными плоскостями николей.

17

35. Степень поляризации частично поляризованного света составляет $0,75$. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной.

36. Пучок естественного света падает на систему, состоящую из двух поляризационных призм, в каждой из которых на поглощение и отражение теряется 20% падающего на них света. Определить угол между главными плоскостями призм, если при прохождении через них света интенсивность уменьшилась в 4 раза.

37. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в $l = 2$ раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определить степень поляризации P света.

38. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов 35° . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол увеличить вдвое?

39. Главные плоскости анализатора и поляризатора составляют угол 60° . На сколько надо изменить этот угол, чтобы интенсивность прошедшего света возросла в 1,5? Потери на поглощение $\kappa = 10\%$.

40. Угол между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . При увеличении угла интенсивность света, выходящего из анализатора, уменьшилась в 2 раза. На сколько градусов изменился угол между плоскостями пропускания?

41. Определите показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч полностью поляризован при угле преломления 35° .

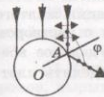
42. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен $40,5^\circ$. Определите угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

43. Определите, под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы лучи, отраженные от поверхности озера ($n = 1,33$), были максимально поляризованы.

18

44. Луч света, идущий в сосуде с серной кислотой ($n = 1,43$), отражается от дна. При каком угле падения отраженный луч полностью поляризован? Показатель преломления стекла $n = 1,75$.

45. Параллельный пучок естественного света падает на сферическую каплю воды. Найти угол φ между отраженным и падающим пучками в точке A (см. рис.).



46. Угол падения α_1 луча на поверхность стекла равен 60° , при этом, отраженный луч оказался максимально поляризованным. Определить угол α_2 преломления луча.

47. Пучок естественного света падает на стеклянный шар с показателем преломления $n = 1,54$ (см. рис.). Найти угол γ между преломленным и падающим пучками в точке A .



48. Луч света переходит из масла в стекло так, что луч, отраженный от границы раздела этих сред, оказывается максимально поляризованным. Определить угол γ между падающим и преломленным лучами.

49. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен 45° . Чему равен для этого вещества угол полной поляризации?

50. Чему равен показатель преломления стекла, если при отражении от него света под углом α , отраженный луч будет полностью поляризован?

51. Между скрещенными николями поместили пластинку кварца толщиной 3 мм , в результате чего поле зрения прибора стало максимально светлым. Какой толщины надо взять пластинку кварца, чтобы поле зрения осталось светлым?

19

52. Между скрещенными николями поместили пластинку кварца толщиной 3 мм, в результате чего поле зрения прибора стало максимально светлым. Какой толщины надо взять пластинку кварца, чтобы поле зрения осталось темным?

53. Угол ϕ поворота плоскости поляризации желтого света натрия при прохождении через трубку с раствором сахара равен 40° . Длина трубки $d = 15$ см. Удельное вращение сахара $[\alpha] = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \text{ рад/м кг}$. Определить плотность ρ раствора.

54. Пластинка кварца толщиной $d_1 = 2$ мм, вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол $\phi_1 = 30^\circ$. Определите толщину d_2 кварцевой пластинки, помещенной между параллельными николями, чтобы данный монохроматический свет гасился полностью.

55. Пластинка кварца толщиной 1,5 мм поворачивает плоскость поляризации, проходящего через нее света, на 27° . Какой наименьшей толщины кварцевую пластинку надо поместить между скрещенными поляризатором и анализатором, чтобы поле зрения анализатора стало максимально светлым?

56. Пластинку кварца толщиной $d = 2$ мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол $\phi = 53^\circ$. Какой наименьшей толщины d_{min} следует взять пластинку, чтобы поле зрения анализатора стало совершенно темным?

57. Луч естественного света проходит сквозь плоскопараллельную стеклянную пластинку, падая на нее под углом полной поляризации. Найти степень поляризации лучей, прошедших сквозь пластинку.

58. Кварцевую пластинку поместили между скрещенными николями. При какой наименьшей толщине d_{min} кварцевой пластины поле зрения между николями будет

максимально просветлено? Постоянная вращения α кварца равна 27 град/мм .

59. Определить коэффициент отражения и степень поляризации отраженных лучей при падении естественного света на алмаз под углом 45° .

60. Определить степень поляризации прошедших лучей при падении естественного света на алмаз под углом 30° .

61. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с поверхности металла, если фототок прекращается при приложении задерживающего напряжения $U_0 = 3,7$ В.

62. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определите минимальное значение энергии фотона, вызывающего фотоэффект.

63. Определите работу выхода A электронов из вольфрама, если красная граница фотоэффекта для него $\lambda_0 = 275$ нм.

64. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Определите наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекратится.

65. Определить красную границу фотоэффекта для цинка и максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 250 нм.

66. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн $\lambda_1 = 0,35$ мкм и $\lambda_2 = 0,54$ мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $n = 2$ раза. Найти работу выхода A с поверхности этого металла.

67. Работа выхода электронов с поверхности цезия равна 1,94 эВ. Какой длины волны свет облучает поверхность цезия если фотоэлектроны вылетают со скоростью $6 \cdot 10^5 \text{ м/с}$?

68. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 83$ нм. На

какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью $E = 7,5 \text{ В/см}$? Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 332$ нм.

69. При освещении катода светом частоты $\nu = 10^{15} \text{ Гц}$ фототок с поверхности катода прекращается при задерживающей разности потенциалов между катодом и анодом, равной 2 В. Определить работу выхода материала катода.

70. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}} = 307$ нм и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна 1 эВ?

71. Определите длину волны де Бройля для нейтрона, движущегося со среднеквадратичной скоростью при $T = 290 \text{ К}$.

72. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 15 \text{ мТл}$ по окружности радиусом $R = 1,4$ м. Определите длину волны де Бройля для протона.

73. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 500 \text{ В}$, имеет длину волны де Бройля $\lambda = 1,282 \text{ нм}$. Принимая заряд этой частицы равным заряду электрона, определите ее массу.

74. Кинетическая энергия электрона равна 1 кэВ. Определите длину волны де Бройля.

75. Электрон движется по окружности радиусом $r = 0,5 \text{ см}$ в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8 \text{ мТл}$. Определите длину волны де Бройля электрона.

76. Определите с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона, длина волны которого $\lambda = 0,5$ мкм.

77. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 9,8 \text{ В}$.

78. Определить энергию, массу и импульс фотона, которому соответствует длина волны $\lambda = 380$ нм (фиолетовая граница видимого спектра).

79. Определить длину волны фотона, масса которого равна массе покоя 1) электрона, 2) протона.

80. Каким импульсом обладают 10^{28} фотонов излучения с частотой $3 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$?

6. СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

Таблица 3

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ

Физическая величина	Численное значение
Атомная единица массы (унифицированная)	$1 \text{ у.а.е.м.} = 1,660531(11) \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 931,481(52) \text{ МэВ}$
Заряд элементарный	$e = 1,6021917(70) \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Заряд удельный электрона	$\frac{e}{m_e} = 1,7588028(54) \cdot 10^{11} \text{ Кл кг}^{-1}$
Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,674920(11) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $M_n = 1,00866520(10) \text{ а.е.м.}$
Масса покоя протона	$m_p = 1,672614(11) \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $M_p = 1,00727661(8) \text{ а.е.м.}$
Масса покоя электрона	$m_e = 9,109558(54) \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ $M_e = 5,485930(34) \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
Постоянная Планка	$h = 6,626196(50) \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$ $h = 1,0545919(80) \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$
Постоянная Ридберга	$R^\infty = 1,09737312(11) \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 2,9979250(10) \cdot 10^8 \text{ м с}^{-1}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф м}^{-1}$
Магнитная постоянная	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн м}^{-1}$