

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 11.02.2021 00:19:00

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabff73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники,
общей и прикладной физики

Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 08 » 01 2021 г.



ОПТИКА. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА.

Методические указания к выполнению практических работ для
студентов специальностей

20.03.01 «Техносферная безопасность»

18.03.01 «Химическая технология»

10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных
систем»

Курск 2021

УДК 535

Составители: Л.П. Петрова, Г.В. Карпова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Пауков В.М.

Оптика. Квантовая механика. Атомная и ядерная физика: методические указания к выполнению практических работ для студентов специальностей 20.03.01 «Техносферная безопасность», 18.03.01 «Химическая технология», 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Петрова Л.П., Карпова Г.В. - Курск, 2021. 33 с.: ил. 12, Библиогр.: с. 32.

Излагаются методические рекомендации по выполнению практических работ, способствующие развитию индивидуального творческого мышления у студентов; активизации учебного процесса на протяжении всего периода изучения дисциплины; организация самостоятельной и индивидуальной работы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы, утвержденной учебно-методическим объединением для специальностей: «Техносферная безопасность», «Химическая технология», «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Предназначены для студентов специальностей 20.03.01, 18.03.01, 10.05.02 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.01. Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 4,07. Уч.-изд. л. 3,68. Тираж 50 экз. Заказ 233. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий	4
Практические занятия.....	5
Список рекомендуемой литературы	32

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий	4
Практические занятия.....	5
Список рекомендуемой литературы	32

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Предназначены для использования на практических занятиях и организации самостоятельной работы студентов.

Номера задач для самостоятельной работы определяются по таблицам вариантов, которые составляются лектором потока.

Контрольное задание нужно выполнять в тетради, в соответствии с установленной формой. Для замечаний преподавателя на странице тетради следует оставить поля.

Решение задачи необходимо сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это необходимо, дать чертеж, выполненный с помощью чертежных принадлежностей. Решить задачу надо в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин. После получения расчетной формулы для проверки правильности полученного результата следует применить правило размерности. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах системы СИ. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби на соответствующую степень десяти. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора или ЭВМ.

Практическое занятие № 1,2

Волновая теория света. Интерференция, дифракция и поляризация света

1. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний $\nu=5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути длиной $l=1,2$ мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

Ответ: $2 \cdot 10^3$; $3 \cdot 10^3$

2. Определить длину l_1 отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке $l_2=3$ мм в воде.

Ответ: 4 мм

3. Какой длины l_1 путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной $l_2=1$ м в воде?

Ответ: 1,33 мм.

4. 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 $\epsilon=30^\circ$?

Ответ: Увеличится; 1) на 0,50 мм; 2) на 0,548 мм.

5. На пути монохроматического света с длиной волны $\lambda=0,6$ мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной $d=0,1$ мм. Свет падает на пластину нормально. На какой угол ϕ следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути L изменилась на $\lambda/2$?

Ответ: $1,72^\circ$

6. Оптическая разность хода Δ двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3\lambda$. Определить разность фаз $\Delta\phi$.

Ответ: $0,6\pi$.

7. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода Δ интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

Ответ: 1) 0,6 и 0,45 мкм; 2) 0,72; 0,51 и 0,4 мкм.

8. Расстояние d между двумя когерентными источниками света ($\lambda=0,5$ мкм) равно 0,1 мм. Расстояние b между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние l от источников до экрана.

Ответ: 2 м.

9. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

Ответ: 500 нм.

10. В опыте Юнга расстояние d между щелями равно 0,8 мм. На каком расстоянии l от щелей следует расположить экран, чтобы ширина b интерференционной полосы оказалась равной 2 мм?

Ответ: $l=db/\lambda = 2,5$ м.

11. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до экрана равно 3 м. Длина волны $\lambda=0,6$ мкм. Определить ширину b полос интерференции на экране.

Ответ: 3,6 мм

12. При некотором расположении зеркала Ллойда ширина b интерференционной полосы на экране оказалась равной 1 мм. После того как зеркало сместили параллельно самому себе на расстояние $\Delta d=0,3$ мм, ширина интерференционной полосы изменилась. В каком направлении и на какое расстояние Δl следует переместить экран, чтобы ширина интерференционной полосы осталась прежней? Длина волны λ монохроматического света равна 0,6 мкм.

Ответ: 1) 4,8 мкм; 2) 4,8 мкм; 3) 5,1 мкм; 4) 5,1 мкм; в первых двух случаях усиление, в последних двух – ослабление.

13. На мыльную пленку ($n=1,3$), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны $\lambda=0,55$ мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

Ответ: 0,1 мкм.

14. Пучок монохроматических ($\lambda=0,6$ мкм) световых волн падает под углом $\varepsilon_1=30^\circ$ на находящуюся в воздухе мыльную пленку ($n=1,3$). При какой наименьшей толщине d пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? максимально усилены?

Ответ: 0,25 мкм; 0,125 мкм.

15. На тонкий стеклянный клин ($n=1,55$) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол α между поверхностями клина равен $2'$. Определить длину световой волны λ , если расстояние

b между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,3 мм.

Ответ: 541 мм.

16. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол $\theta=0,2'$. На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda=0,55$ мкм. Определить ширину b интерференционной полосы.

Ответ: $b=\lambda/(2n\theta)=3,15$ мм.

17. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ($\lambda=600$ нм). Определить угол θ между поверхностями клина, если расстояние b между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

Ответ: 10,3".

18. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии $l=75$ мм от нее. В отраженном свете ($\lambda=0,5$ мкм) на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр d поперечного сечения проволочки, если на протяжении $a=30$ мм насчитывается $m=16$ светлых полос.

Ответ: 10 мкм.

19. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с углом θ , равным 30". На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). На каких расстояниях l_1 и l_2 от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?

Ответ: 3,1 мм; 5,2 мм.

20. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом $\theta=30'$. Пространство между пластинками заполнено глицерином. На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda=500$ нм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина. Какое число N темных интерференционных полос приходится на 1 см длины клина?

Ответ: $N=2n\theta/\lambda=8,55$ см⁻¹

21. Расстояние $\Delta r_{2,1}$ между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.

Ответ: 0,39 мм.

22. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda=0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.

Ответ: 0,15 мкм.

23. Диаметр d_2 второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda=0,6$ мкм) равен 1,2 мм. Определить оптическую силу D плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

Ответ: 1,25 дптр.

24. Плосковыпуклая линза с оптической силой $\Phi=2$ дптр выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус r , четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.

Ответ: 490 нм.

25. Диаметры d_i и d_k двух светлых колец Ньютона соответственно равны 4,0 и 4,8 мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположено три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ($\lambda=500$ нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

Ответ: 880 мм.

26. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой стеклянной линзой налита жидкость, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda=700$ нм) равен 2 мм. Радиус R кривизны выпуклой поверхности линзы равен 1 м. Найти показатель преломления n жидкости.

Ответ: 1,4.

27. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ($k=3$). Когда пространство между плоскопараллельной пластиной и линзой заполнили жидкостью, то тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления n жидкости.

Ответ: $n = (k+1)k = 1,33$.

28. В установке для наблюдения колец Ньютона свет с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм падает нормально на плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R_1=1$ м, положенную выпуклой стороной на вогнутую поверхность плосковогнутой линзы с радиусом кривизны $R_2=2$ м. Определить радиус r_3 третьего темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете.

Ответ: 1,73 мм.

29. Кольца Ньютона наблюдаются с помощью двух одинаковых плосковыпуклых линз радиусом R кривизны равным 1 м, сложенных вплотную выпуклыми поверхностями (плоские поверхности линз параллельны). Определить радиус r_2 второго светлого кольца, наблюдаемого в отраженном свете ($\lambda=660$ нм) при нормальном падении света на поверхность верхней линзы.

Ответ: 0,704 мм.

Дифракция света

30. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние L от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

Ответ: а) $\lambda = 1$ мкм; б) $\lambda = 0,5$ мкм; в) $\lambda = 0,75$ мкм; г) $\lambda = 2$ мкм; д) $\lambda = 0,35$ мкм.

31. Вычислить радиус r_5 пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ($\lambda=0,5$ мкм), если точка наблюдения находится на расстоянии $b=1$ м от фронта волны.

Ответ: а) $r=1,58$ мм; б) $r=1,90$ мм; в) $r=1,10$ мм; г) $r=1,37$ мм; д) $r=1,81$ мм.

32. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решётку. Найти её период, если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции 35° и наибольший порядок спектра равен пяти.

Ответ: а) $d=3,00$ мкм; б) $d=4,00$ мкм; в) $d=2,67$ мкм; г) $d=1,35$ мкм; д) $d=1,47$ мкм.

33. На щель, шириной $a = 0,05$ мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Определить угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

Ответ: а) $\varphi=2,75^\circ$; б) $\varphi=3,00^\circ$; в) $\varphi=3,70^\circ$; г) $\varphi=4,00^\circ$; д) $\varphi=1,75^\circ$.

34. На узкую щель падает нормально монохроматический свет.

Угол отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен 1° . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

Ответ: а) $n=150$; б) $n=130$; в) $n=143$; г) $n=160$; д) $n=13$

35. На дифракционную решетку, содержащую $n = 500$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны, равной 700 нм. За решеткой помещена собирающая линза с главным фокусным расстоянием $F=50$ см. В фокальной плоскости линзы расположен экран. Определить линейную дисперсию D_{λ} такой системы для максимума третьего порядка. Ответ выразить в миллиметрах на нанометр.

Ответ: а) $\varphi=39^{\circ}$; б) $\varphi=43^{\circ}$; в) $\varphi=3,70^{\circ}$; г) $\varphi=40^{\circ}$; д) $\varphi=17,5^{\circ}$.

36. На дифракционную решетку нормально к поверхности падает монохроматический свет ($\lambda=650$ нм). За решеткой находится линза, в фокальной плоскости которой расположен экран. На экране наблюдается дифракционная картина под углом дифракции $\varphi = 30^{\circ}$. При каком главном фокусном расстоянии F линзы линейная дисперсия $D_{\lambda}=0,5$ мм/нм.

Ответ: а) $F=500$ мм; б) $F=600$ мм; в) $F=563$ мм; г) $F=590$ мм; д) $F=585$ мм.

Поляризация света.

37. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом $\varphi = 54^{\circ}$. Определить угол преломления γ пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

Ответ: а) $\varphi=39^{\circ}$; б) $\varphi=43^{\circ}$; в) $\varphi=36^{\circ}$; г) $\varphi=40^{\circ}$; д) $\varphi=17,5^{\circ}$.

38. Пучок естественного света падает на систему из $N = 6$ николей, плоскость пропускания каждого из которых повёрнута на угол $\varphi = 30^{\circ}$ относительно плоскости пропускания предыдущего николя. Какая часть светового потока проходит через эту систему?

Ответ: а) $k=0,15$; б) $k=0,20$; в) $k=0,12$; г) $k=0,18$; д) $k=0,25$.

39. На какой угловой высоте φ над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

Ответ: а) $\varphi=39^{\circ}$; б) $\varphi=43^{\circ}$; в) $\varphi=37^{\circ}$; г) $\varphi=40^{\circ}$; д) $\varphi=17,5^{\circ}$.

40. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмазной призмы, погруженной в воду. При каком угле падения α отраженный свет будет полностью поляризован?

Ответ: а) $\alpha=61^{\circ}12'$; б) $\alpha=45^{\circ}$; в) $\alpha=30^{\circ}$; г) $\alpha=54^{\circ}$; д) $\alpha=70^{\circ}$

41. Угол Брюстера i_b при падении света из воздуха на кристалл

каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

Ответ: а) $v=2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$; б) $v=1,94 \cdot 10^8 \text{ м/с}$; в) $v=3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$; г) $v=10^8 \text{ м/с}$; д) $v=1,5 \cdot 10^8 \text{ м/с}$

42. Анализатор в $k=2$ раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потери интенсивности света в анализаторе пренебречь.

Ответ: а) $\alpha=15^\circ$; б) $\alpha=45^\circ$; в) $\alpha=30^\circ$; г) $\alpha=54^\circ$; д) $\alpha=40^\circ$

43. Угол α между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен 45° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до 60° ?

Ответ: а) 1,5; б) 3; в) 2; г) 2,5; д) 3,5

44. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол $\alpha=30^\circ$, если в каждом из николей в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света?

Ответ: а) 2; б) 2,4; в) 1,5; г) 2,5; д) 3,3

45. В фотометре одновременно рассматривают две половины поля зрения: в одной видна эталонная светящаяся поверхность с яркостью $L_1 = 5 \text{ ккд/м}^2$, в другой - испытываемая поверхность, свет от которой проходит через два николя. Граница между обеими половинами поля зрения исчезает, если второй николь повернуть относительно первого на угол $\varphi=45^\circ$. Найти яркость L_2 испытываемой поверхности, если известно, что в каждом из николей интенсивность падающего на него света уменьшается на 8 %.

Ответ: а) $L_2=23,6 \text{ ккд/м}^2$; б) $L_2=20 \text{ ккд/м}^2$; в) $L_2=15,5 \text{ ккд/м}^2$; г) $L_2=28 \text{ ккд/м}^2$; д) $L_2=18,6 \text{ ккд/м}^2$

Практическое занятие № 3

Законы теплового излучения.

46. Определить температуру T , при которой энергетическая светимость M_e черного тела равна 10 кВт/м^2 .

Ответ: 648 К

47. Поток энергии Φ_e , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T печи, если площадь отверстия $S = 6 \text{ см}^2$.

Ответ: 1 кК.

48. Определить энергию W излучаемую за время $t=1$ мин из смотрового окошка площадью $S=8 \text{ см}^2$ плавильной печи, если ее температура $T=1,2 \text{ кК}$.

Ответ: 5,65 кДж.

49. Температура T верхних слоев звезды Сириус равна 10 кК , Определить поток энергии Φ_e , излучаемый с поверхности площадью $S=1 \text{ км}^2$ этой звезды.

Ответ: 56,7 ГВт.

50. Определить относительное увеличение $\Delta M_e/M_e$ энергетической светимости черного тела при увеличении его температуры на 1% .

Ответ: 4%.

51. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость M_e возросла в два раза?

Ответ: В 1,19 раза.

52. Принимая, что Солнце излучает как черное тело, вычислить его энергетическую светимость M_e и температуру T его поверхности. Солнечный диск виден с Земли под углом $\vartheta = 32'$. Солнечная постоянная $*C=1,4 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

* Солнечной постоянной называется величина, равная поверхностной плотности потока энергии излучения Солнца вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца.

Ответ: 64,7 МВт/м²; 5,8 кК.

53. Определить установившуюся температуру T зачерненной металлической пластинки, расположенной перпендикулярно солнечным лучам вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца. Значение солнечной постоянной приведено в предыдущей задаче.

Ответ: 396 К.

54. Принимая коэффициент теплового излучения в угля при температуре $T=600 \text{ К}$ равным $0,8$, определить: 1) энергетическую светимость M_e угля; 2) энергию W , излучаемую с поверхности угля с площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t=10$ мин.

Ответ: $R_e = a_T \sigma T^4 = 5,88 \text{ кВт}/\text{м}^2$; $W = R_e S = 1,76 \text{ кДж}$.

55. С поверхности сажи площадью $S = 2 \text{ см}^2$ при температуре $T=400 \text{ К}$ за время $t=5$ мин излучается энергия $W=83 \text{ Дж}$. Определить коэффициент теплового излучения ϵ сажи.

Ответ: 0,953.

56. Муфельная печь потребляет мощность $P=1$ кВт. Температура T ее внутренней поверхности при открытом отверстии площадью $S=25$ см² равна 1,2 кК. Считая, что отверстие печи излучает как черное тело, определить, какая часть ω мощности рассеивается стенками.

Ответ: $\eta = 1 - \sigma T^4 S/p = 0,71$.

57. Можно условно принять, что Земля излучает как серое тело, находящееся при температуре $T=280$ К. Определить коэффициент теплового излучения ε Земли, если энергетическая светимость M_e ее поверхности равна 325 кДж/(м²*ч).

Ответ: 0,26.

58. Мощность P излучения шара радиусом $R=10$ см при некоторой постоянной температуре T равна 1 кВт. Найти эту температуру, считая шар серым телом с коэффициентом теплового излучения $\varepsilon=0,25$.

Ответ: 866 К.

59. На какую длину волны λ_m приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ черного тела при температуре $t=0^\circ$ С?

Ответ: 10,6 мкм.

60. Температура верхних слоев Солнца равна 5,3 кК. Считая Солнце черным телом, определить длину волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ Солнца.

Ответ: 547 нм.

61. Определить температуру T черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ приходится на красную границу видимого спектра ($\lambda_1=750$ нм); на фиолетовую ($\lambda_2=380$ нм).

Ответ: 3,8 кК

62. Максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ яркой звезды Арктур приходится на длину волны $\lambda_m=580$ нм. Принимая, что звезда излучает как черное тело, определить температуру T поверхности звезды.

Ответ: 4,98 кК.

63. Вследствие изменения температуры черного тела максимум спектральной плотности $(M_{\lambda,T})_{max}$ сместился с $\lambda_1=2,4$ мкм на $\lambda_2=0,8$ мкм. Как и во сколько раз изменились энергетическая светимость M_e

тела и максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

Ответ: Увеличились в 81 и в 243 раза

64. При увеличении термодинамической температуры. T черного тела в два раза длина волны λ_m на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$, уменьшилась на $\Delta\lambda = 400$ нм. Определить начальную и конечную температуры T_1 и T_2 .

Ответ: 3,62 кК; 7,24 кК.

65. Эталон единицы силы света — кандела — представляет собой полный (излучающий волны всех длин) излучатель, поверхность которого площадью $S = 0,5305$ мм² имеет температуру t затвердевания платины, равную 1063°C. Определить мощность P излучателя.

Ответ: 95,8 мВт.

66. Максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{max}$ черного тела равна $4,16 \cdot 10^{11}$ (Вт/м²)/м. На какую длину волны λ_m она приходится?

Ответ: 1,45 мкм.

67. Температура T черного тела равна 2 кК. Определить: 1) спектральную плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})$ для длины волны $\lambda = 600$ нм; 2) энергетическую светимость M_e в интервале длин волн от $\lambda_1 = 590$ нм до $\lambda_2 = 610$ нм. Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для длины волны $\lambda = 600$ нм.

Ответ: 1) 30 МВт/(м²·мм); 2) 600 Вт/м²

Практическое занятие № 4

Квантовая природа света. Фотоэффект, Эффект Комптона.

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

Ответ: $v = 1,46$ км/с

69. Давление монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 0,12 мкПа. Определите число фотонов, падающих каждую секунду на 1 м² поверхности.

Ответ: $N = 9,05 \cdot 10^{19}$

70. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 3$ мин нормально падает монохроматический свет, энергия которого $W = 9$ Дж. Определите: 1) облученность поверхности; 2) световое давление, оказываемое на поверхность.

Ответ: 1) $E_e = 100 \text{ Вт/м}^2$, 2) $p = 667 \text{ нПа}$

71. Определите давление света на стенки электрической 150-ваттной лампочки, принимая, что вся потребляемая мощность идет на излучение и стенки лампочки отражают 15% падающего на них света. Считайте лампочку сферическим сосудом радиуса 4 см.

Ответ: $p = 28,6 \text{ мкПа}$

72. На идеально отражающую плоскую поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$. Поток излучения Φ_e составляет 0,45 Вт. Определите силу давления, испытываемую этой поверхностью.

Ответ: $F = 3 \text{ нН}$

73. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Определите наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекратится. Работа выхода электронов из калия равна 2,2 эВ.

Ответ: $U_0 = 0,91 \text{ В}$

74. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 307 \text{ нм}$ и максимальная кинетическая энергия T_{max} фотоэлектрона равна 1 эВ?

Ответ: $n = 0,80$

75. Плоский серебряный электрод освещается монохроматическим излучением с длиной волны $\lambda = 83 \text{ нм}$. Определите, на какое максимальное расстояние от поверхности электрода может удалиться фотоэлектрон, если вне электрода имеется задерживающее электрическое поле напряженностью $E = 10 \text{ В/см}$. Красная граница фотоэффекта для серебра $\lambda_0 = 264 \text{ нм}$.

Ответ: $s = 1,03 \text{ см}$

76. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 500 нм. Определите максимальную скорость электронов, вырывающихся из этого металла светом с длиной волны 400 нм.

Ответ: $v_{\text{max}} = 468 \text{ км/с}$

77. Фотон с энергией 1,00 МэВ рассеялся на покоящемся свободном электроне. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась

на 25%.

Ответ: $T=0,2 \text{ МэВ}$.

78. Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если фотон претерпел рассеяние на угол $\theta = 180^\circ$? Энергия E фотона до рассеяния равна $0,255 \text{ МэВ}$.

Ответ: $\eta=50\%$.

79. Угол рассеяния θ фотона равен 90° . Угол отдачи ϕ электрона равен 30° . Определить энергию E падающего фотона.

Ответ: $E = 0,37 \text{ МэВ}$.

Практическое занятие № 5

Гипотеза де Бройля. Соотношения неопределенностей.

80. Групповая скорость волны Де Бройля . . .

Ответ: 1) равна скорости частицы; 2) зависит от квадрата длины волны; 3) не имеет смысла как физическая величина; 4) равна скорости света в вакууме; 5) больше скорости света в вакууме.

81. Кинетическая энергия классической частицы увеличилась в 2 раза. Длина волны Де Бройля этой частицы . . .

Ответ: 1) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз; 2) увеличилась в 2 раза; 3) не изменилась; 4) увеличилась в $\sqrt{2}$ раз; 5) уменьшилась в 2 раза.

82. Если частицы имеют одинаковую длину волны Де Бройля, то наибольшей скоростью обладает . . .

Ответ: 1) позитрон; 2) нейтрон; 3) протон; 4) α -частица.

83. Если частицы движутся с одинаковой скоростью то наименьшей длиной волны Де Бройля обладает . . .

Ответ: 1) α -частица; 2) нейтрон; 3) позитрон; 4) протон.

84. Если частицы имеют одинаковую скорость, то наибольшей длиной волны Де Бройля обладает:

Ответ: 1) электрон; 2) нейтрон; 3) протон; 4) α -частица.

85. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\sim 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с, ширина метастабильного уровня (в эВ) будет не менее...

Ответ: 1) $6,6 \cdot 10^{-13}$; 2) $1,5 \cdot 10^{-13}$; 3) $1,5 \cdot 10^{-19}$; 4) $6,6 \cdot 10^{-19}$

86. Время жизни атома в возбуждённом состоянии 10 нс. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с, ширина энергетического уровня (в эВ) составляет не менее ...

Ответ: 1) $6,6 \cdot 10^{-8}$; 2) $1,5 \cdot 10^{-8}$; 3) $1,5 \cdot 10^{-10}$; 4) $6,6 \cdot 10^{-10}$.

87. Отношение скоростей протона и α -частицы, длины волн де Бройля которых одинаковы, равно ...

Ответ: 1) 4 2) 2 3) $\frac{1}{2}$ 4) $\frac{1}{4}$

88. Отношение неопределенностей проекций скоростей нейтрона и α -частицы на некоторое направление при условии, что соответствующие координаты частиц определены с одинаковой точностью, равно ...

Ответ: 1) 4 2) 2 3) $\frac{1}{2}$ 4) $\frac{1}{4}$

89. Если протон и дейтрон прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов, то отношение их длин волн де Бройля равно

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) 1 3) 2 4) $1/\sqrt{2}$

90. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии, равном 10^{-3} с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, ширина метастабильного уровня будет не менее ...

Ответ: 1) 0,66 пэВ; 2) 66 пэВ; 3) 1,52 ТэВ; 4) 0,66 нэВ

91. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\sim 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВс, ширина метастабильного уровня (в эВ) будет не менее...

Ответ: 1) $6,6 \cdot 10^{-13}$ 2) $1,5 \cdot 10^{-13}$ 3) $1,5 \cdot 10^{-19}$ 4) $6,6 \cdot 10^{-19}$

92. Время жизни атома в возбуждённом состоянии 10 нс. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с, ширина энергетического уровня (в эВ) составляет не менее ...

Ответ: 1) $6,6 \cdot 10^{-8}$ 2) $1,5 \cdot 10^{-8}$ 3) $1,5 \cdot 10^{-10}$ 4) $6,6 \cdot 10^{-10}$

93. Отношение скоростей двух микрочастиц $\frac{v_1}{v_2} = 4$. Если их длины волн де Бройля удовлетворяют соотношению $\lambda_2 = 2\lambda_1$, то отношение масс этих частиц $\frac{m_1}{m_2}$ равно ...

Ответ: 1) $\frac{1}{2}$; 2) 2; 3) $\frac{1}{4}$; 4) 4.

94. Если протон и дейтрон прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов, то отношение их длин волн де Бройля равно...

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) 1 3) 2 4) $1/\sqrt{2}$

95. Неопределенность в определении местоположения частицы, движущейся вдоль оси x , равна длине волны де Бройля для этой частицы. Относительная неопределенность ее скорости не меньше ___ %.

Ответ: 1) 16 2) 100 3) 32 4) 8

96. Отношение длин волн де Бройля для протона и α -частицы, имеющих одинаковую кинетическую энергию, равно...

Ответ: 1) 2; 2) $\frac{1}{2}$; 3) 4; 5) $\frac{1}{4}$.

97. Ширина следа электрона на фотографии, полученной с использованием камеры Вильсона, составляет 1 мм. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг неопределенность в определении скорости электрона будет не менее...

Ответ: 1) 0,12 м/с 2) 0,12 мм/с 3) $1,05 \cdot 10^{-31}$ мм/с 4) $1,05 \cdot 10^{-34}$ мм/с

98. В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция прошедших ускоряющее напряжение электронов на монокристалле никеля. Если ускоряющее напряжение увеличить в 8 раз, то длина волны де Бройля электрона _____ раз(-а).

Ответ: 1) уменьшится в $2\sqrt{2}$ 2) увеличится в 8
3) уменьшится в 4 4) увеличится в $4\sqrt{2}$

99. Положение пылинки массой $m = 10^{-9}$ кг можно установить с неопределенностью $\Delta x = 0,1$ мкм. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, неопределенность скорости Δv_x (в м/с) будет не менее...

Ответ: 1) $1,05 \cdot 10^{-18}$ 2) $1,05 \cdot 10^{-21}$ 3) $1,05 \cdot 10^{-24}$ 4) $1,05 \cdot 10^{-27}$

100. Отношение длин волн де Бройля для молекул водорода и кислорода, соответствующих их наиболее вероятным скоростям при одной и той же температуре, равно...

Ответ: 1) 4 2) 1/2 3) 2 4) 1/4

Практическое занятие № 6

Стационарное уравнение Шредингера. Частица в потенциальном ящике. Прохождение частиц через потенциальный барьер.

101. Нестационарным уравнением Шредингера является уравнение

Ответ: 1) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U(x, y, z, t) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$; 2) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$;
 3) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$; 4) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$.

102. Стационарным уравнением Шредингера для частицы в одномерном ящике с бесконечно высокими стенками является уравнение:

Ответ: 1) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$; 2) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$;
 3) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$; 4) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$.

103. Электрону, движущемуся в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, соответствует уравнение ...

Ответ: 1) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$; 2) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$;
 3) $\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$; 4) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} E \psi = 0$.

104. Стационарным уравнением Шредингера для электрона в водородоподобном ионе является уравнение ...

Ответ: 1) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$; 2) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$;

3) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$; 4) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$.

105. Стационарным уравнением Шредингера для линейного гармонического осциллятора является уравнение...

Ответ: 1) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$;

2) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$; 3) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$;

4) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$.

106. Стационарное уравнение Шредингера в общем случае имеет вид:

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U)\psi = 0,$$

где U - потенциальная энергия микрочастицы. Электрону в атоме водорода соответствует уравнение...

Ответ: 1) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$; 2) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$;

3) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$; 3) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$.

107. Квадрат модуля волновой функции ψ , входящей в уравнение Шредингера, равен ...

Ответ: 1) плотности вероятности обнаружения частицы в соответствующем месте пространства; 2) импульсу частицы в соответствующем месте пространства; 3) энергии частицы в соответствующем месте пространства.

108. С помощью волновой функции ψ , входящей в уравнение Шредингера, можно определить ...

Ответ: 1) вероятность обнаружения частицы в любой точке пространства; 2) импульс частицы в любой точке пространства; 3) траекторию движения частицы.

108. Состояние микрочастицы в данном состоянии описывается волновой функцией, квадрат модуля которой определяет...

Ответ: 1) плотность вероятности микрочастицы в данном состоянии; 2) кинетическую энергию микрочастицы в данном состоянии; 3) потенциальную энергию микрочастицы в данном состоянии; 4) вероятность нахождения микрочастицы в данном состоянии.

109. Вероятность $dP(x)$ обнаружения электрона вблизи точки с координатой x на участке dx равна...

Ответ: 1) $dP(x) = |\Psi(x)|^2 dx$; 2) $dP(x) = \Psi(x^2) \cdot dx$;
3) $dP(x) = \Psi^2(x) \cdot dx$; 4) $dP(x) = \Psi(x) \cdot dx$.

110. В стационарных состояниях, описываемых волновой функцией

$$\psi(x, t) = \psi(x) \exp\left(-iE \frac{t}{\hbar}\right),$$

плотность вероятности данного состояния...

Ответ: 1) не зависит от времени; 2) зависит от времени гармонически; 3) зависит от времени по экспоненте; 4) зависит от времени линейно.

111. Частица массой m с энергией $E < U_0$ подлетает к потенциальному барьеру высотой U_0 (Рис. 1). Для области I уравнение Шредингера имеет вид...

Ответ: 1) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$;

2) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U_0)\psi = 0$;

3) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$;

4) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (U_0 - E)\psi = 0$.

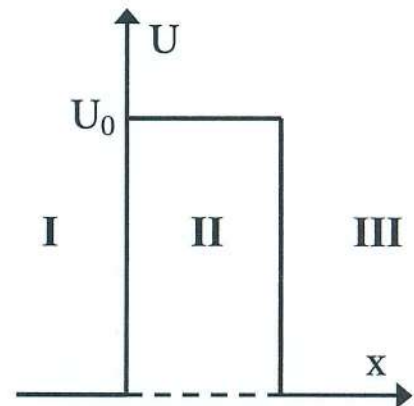


Рис. 1

112. Частица массой m с энергией $E < U_0$ подлетает к потенциальному барьеру высотой U_0 (Рис. 2). Для области II уравнение Шредингера имеет вид...

Ответ: 1) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U_0)\psi = 0;$

2) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0;$

3) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0;$

4) $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(U_0 - E)\psi = 0.$

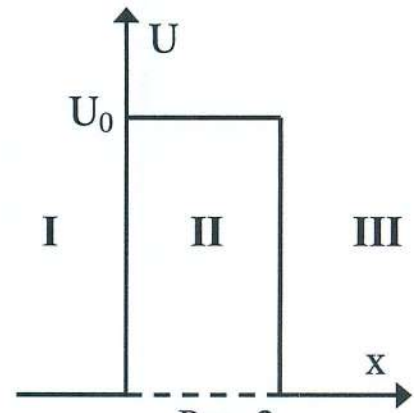


Рис. 2

113. На рисунке приведены картины распределения плотности вероятности нахождения микрочастицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками (Рис. 3). Состоянию с квантовым числом $n = 2$ соответствует график ...

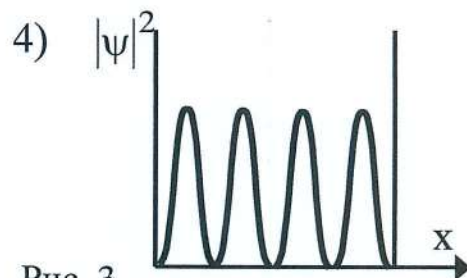
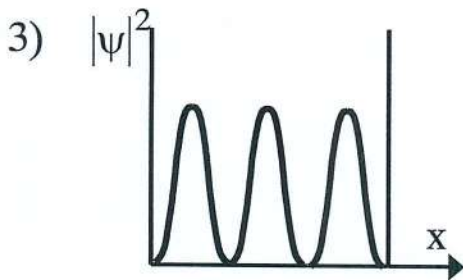
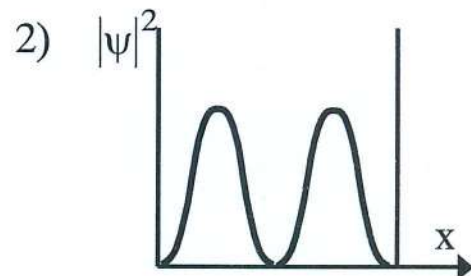
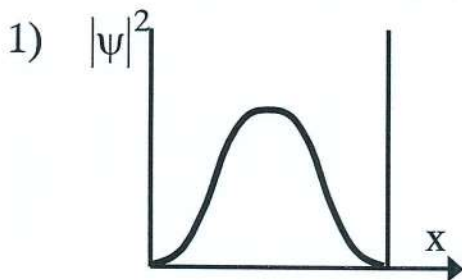


Рис. 3

Ответ: 1)1; 2)2; 3)3; 4)4.

114. На рисунке приведены картины распределения плотности вероятностей нахождения микрочастицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками (Рис. 4). Состоянию с квантовым числом $n = 4$ соответствует график ...

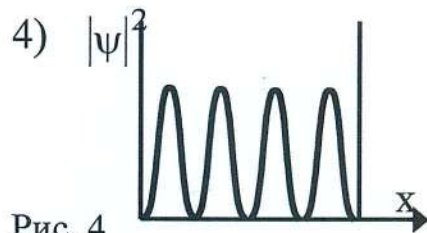
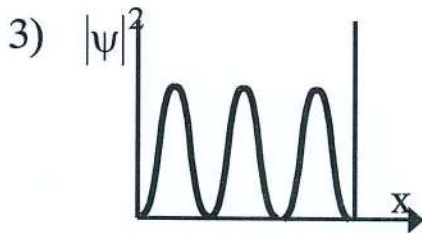
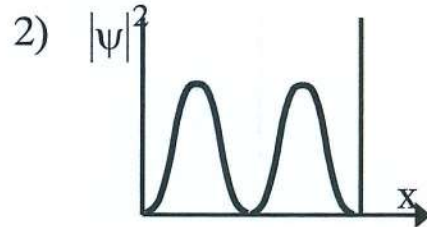
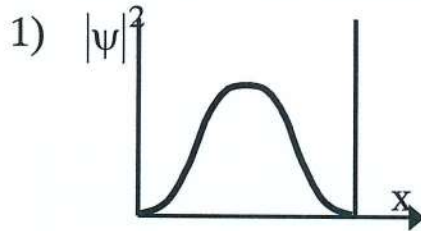


Рис. 4

Ответ: 1)1; 2)2; 3)3; 4)4.

115. Вероятность $|\psi|^2$ обнаружить электрон на участке (a,b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле:

$$W = \int_a^b \omega dx,$$

где ω – плотность вероятности, определяемая ψ - функцией. Если ψ – функция имеет вид указанный на рисунке 5, то вероятность обнаружить

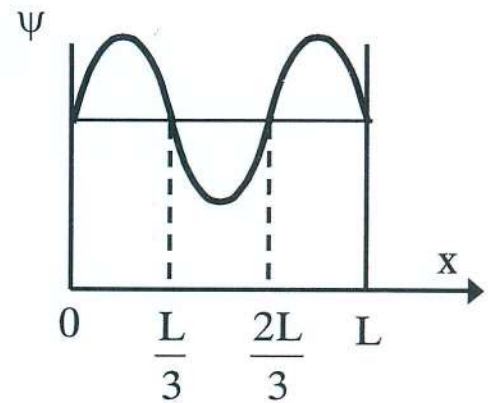


Рис. 5

электрон на участке $\frac{L}{6} < x < \frac{L}{2}$ равна ...

Ответ: 1) $\frac{1}{3}$; 2) $\frac{1}{2}$; 3) $\frac{2}{3}$; 4) $\frac{5}{6}$.

116. Вероятность обнаружить электрон на участке (a, b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле:

$$W = \int_a^b \omega dx,$$

где ω – плотность вероятности, определяемая ψ - функцией. Если ψ – функция имеет вид указанный на рисунке 6, то вероятность обнаружить электрон на участке $L/6 < x < L$ равна ...

Ответ: 1) $\frac{5}{6}$; 2) $\frac{1}{2}$; 3) $\frac{2}{3}$; 4) $\frac{1}{3}$.

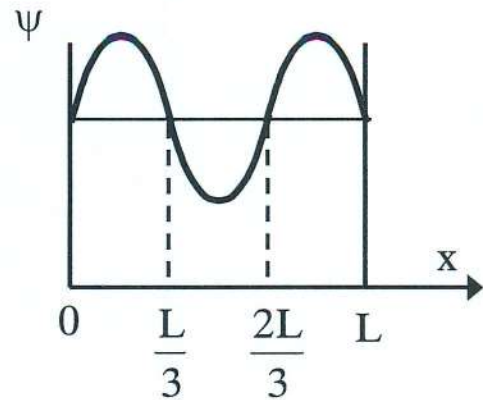


Рис. 6

117. Вероятность обнаружить электрон на участке (a, b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле

$$W = \int_a^b \omega dx,$$

где ω – плотность вероятности, определяемая ψ - функцией. Если ψ – функция имеет вид, указанный на рисунке 7, то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{3L}{8} < x < L$ равна ...

Ответ: 1) $\frac{5}{8}$; 2) $\frac{1}{4}$; 3) $\frac{3}{8}$; 4) $\frac{1}{2}$.

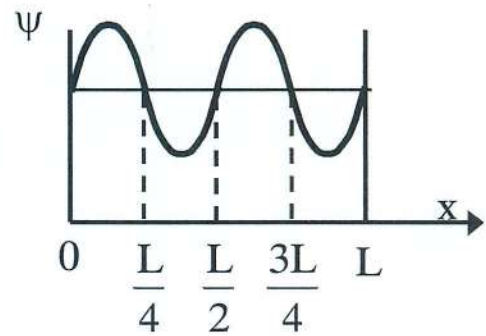


Рис. 7

118. Вероятность обнаружить электрон на участке (a, b) одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле

$$W = \int_a^b \omega dx,$$

где ω – плотность вероятности, определяемая ψ - функцией. Если ψ – функция имеет вид указанный на рисунке 8, то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{5L}{8} < x < \frac{3L}{4}$ равна ...

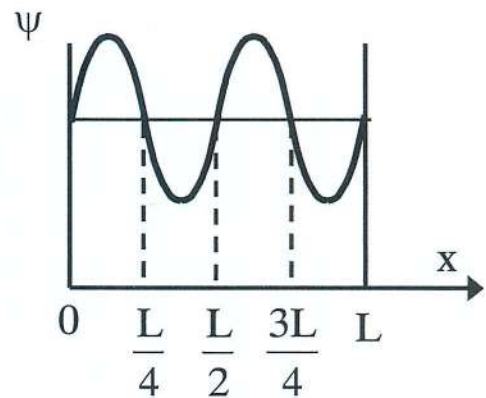


Рис. 8

Ответ: 1) $\frac{1}{8}$; 2) $\frac{1}{4}$; 3) $\frac{3}{8}$; 5) $\frac{5}{8}$.

119. На рисунке 9 изображена плотность вероятности обнаружения микрочастицы на различных расстояниях от «стенок» ямы. Вероятность её обнаружения в центре ямы равна ...

Ответ: 1) 0; 2) $\frac{3}{4}$; 3) $\frac{1}{4}$; 4) $\frac{1}{2}$.

120. На рисунке 10 изображена плотность вероятности обнаружения микрочастицы на различных расстояниях от «стенок» ямы. Вероятность её обнаружения на участке $\frac{L}{4} < x < \frac{L}{2}$ равна ...

Ответ: 1) $\frac{1}{4}$; 2) $\frac{3}{4}$; 3) 0; 4) $\frac{1}{2}$.

121. На рисунках 11 схематически представлены графики распределения плотности вероятности обнаружения электрона по ширине одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками для состояний с различными значениями главного квантового числа n . В состоянии с $n = 4$ вероятность обнаружить электрон в интервале от $\frac{3}{8}l$ до l равна

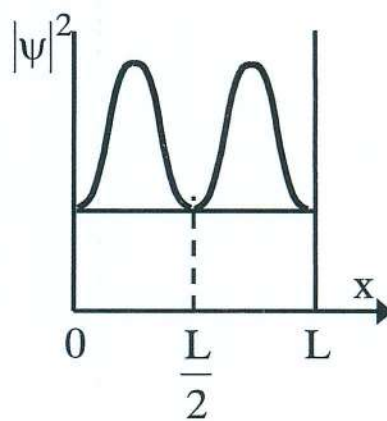


Рис. 9

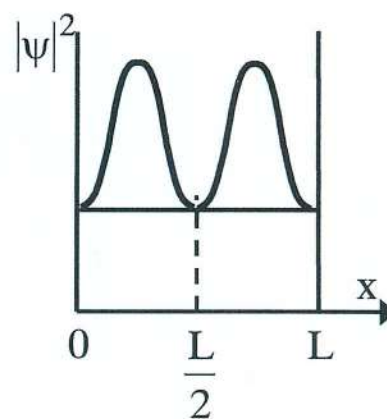


Рис. 10

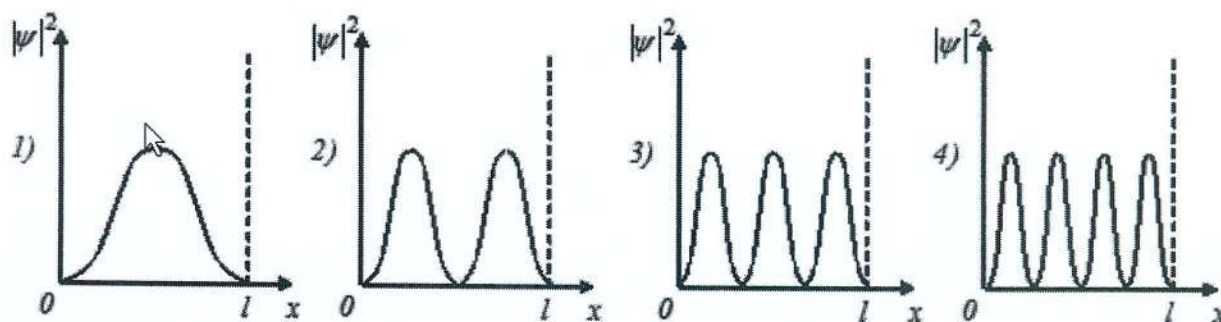


Рис. 11

Ответ: 1) $\frac{5}{8}$; 2) $\frac{3}{8}$; 3) $\frac{3}{4}$; 4) $\frac{7}{8}$.

122. Частица находится в прямоугольном одномерном потенциальном ящике с непроницаемыми стенками шириной $0,2 \text{ нм}$. Если энергия частицы на втором энергетическом уровне равна $37,8 \text{ эВ}$, то на четвертом энергетическом уровне равна _____ эВ.

Ответ: 1) 151,2 2) 75,6 3) 18,9 4) 9,45

123. Электрон с энергией $E = 100 \text{ эВ}$ попадает на потенциальный барьер высотой $U = 64 \text{ эВ}$. Определить вероятность W того, что электрон отразится от барьера.

Ответ: 0,0625

124. Электрон проходит через прямоугольный потенциальный барьер шириной $d = 0,5 \text{ нм}$. Высота U барьера больше энергии E электрона на 1 %. Вычислить коэффициент прозрачности D , если энергия электрона: 1) $E = 10 \text{ эВ}$; 2) $E = 100 \text{ эВ}$.

Ответ: 0,2; $6 \cdot 10^{-3}$

125. Ширина d прямоугольного потенциального барьера равна 0,2 нм. Разность энергий $U - E = 1 \text{ эВ}$. Во сколько раз изменится вероятность W прохождения электрона через барьер, если разность энергий возрастет в $n = 10$ раз?

Ответ: уменьшится в 84 раза.

Практическое занятие № 7

Строение атома.

126. Магнитное квантовое число m определяет...

Ответ:

1) проекцию орбитального момента импульса электрона на заданное направление;

2) собственный механический момент электрона в атоме;

3) орбитальный механический момент электрона в атоме;

4) энергию стационарного состояния электрона в атоме.

127. Азимутальное квантовое число l определяет...

Ответ:

1) орбитальный механический момент электрона в атоме;

2) собственный механический момент электрона в атоме;

3) энергию стационарного состояния электрона в атоме;

4) проекцию орбитального момента импульса электрона на заданное направление.

128. В единицах постоянной Планка \hbar спин электрона равен ...

Ответ: 1) 1/2; 2) 1; 3) 3/2.

129. В атоме водорода К и L оболочки заполнены полностью. Общее число электронов в атоме равно.....

Ответ: 1) 10; 2) 8; 3) 28; 4) 6.

130. Энергия электрона в атоме водорода определяется значением главного квантового числа n . Если $\frac{E_{n-1}}{E_{n+1}} = 4$, то n равно...

Ответ: 1) 3; 2) 4; 3) 5; 4) 2

131. Атом водорода, находившийся первоначально в основном состоянии, поглотил квант света с энергией $\varepsilon = 10,2$ эВ. Определить изменение момента импульса ΔL_l орбитального движения электрона. В возбужденном атоме электрон находится в p -состоянии.

Ответ: 1,49 Дж·с

132. Определить возможные значения магнитного момента μ_l , обусловленного орбитальным движением электрона в возбужденном атоме водорода, если энергия ε возбуждения равна 12,09 эВ.

Ответ: 0; $1,31 \cdot 10^{-23}$ Дж/Тл; $2,27 \cdot 10^{-23}$ Дж/Тл

133. Вычислить спиновый магнитный момент μ_s электрона и проекцию магнитного момента μ_{sz} на направление внешнего поля.

Ответ: $1,6 \cdot 10^{-23}$ А·м²; $9,27 \cdot 10^{-24}$ А·м²

134. Узкий пучок атомарного водорода пропускается в опыте Штерна и Герлаха через поперечное неоднородное ($\partial V/\partial z = 2$ кТл/м) магнитное поле протяженностью $l = 8$ см. Скорость v атомов водорода равна 4 км/с. Определить расстояние b между компонентами расщепленного пучка атомов по выходе его из магнитного поля. Все атомы водорода в пучке находятся в основном состоянии.

Ответ: 4,46 мм

135. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n = 3$. Указать число N электронов в этом слое, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: 1) $m_s = +1/2$; 2) $m = 2$; 3) $m_s = -1/2$ и $m = 0$; 4) $m_s = +1/2$ и $l = 2$.

Ответ: 9, 2, 3, 5

136. Вычислить множитель Ланде g для атомов с одним валентным электроном в состояниях S и P .

Ответ: 2 в S-состоянии, 2/3 и 4/3 в P-состоянии

137. Атом находится в состоянии ${}^2D_{3/2}$. Найти число возможных проекций магнитного момента на направление внешнего поля и вычислить (в магнетонах Бора) максимальную проекцию $(M_{Jz})_{\max}$.

Ответ: 1,2 μ_B

Практическое занятие № 7

Тепловые свойства кристаллов. Теория теплоемкости.

138. Найти частоту ν колебаний атомов серебра по теории теплоемкости Эйнштейна, если характеристическая температура θ_E серебра равна 165К.

Ответ: 3,44 ТГц

139. Определить отношение $\langle \varepsilon \rangle / \langle \varepsilon_T \rangle$ средней энергий квантового осциллятора к средней энергии теплового движения молекул идеального газа при температуре $T = \theta_E$

Ответ: 1,16

140. Пользуясь теорией теплоёмкости Эйнштейна, определить изменение ΔU_m молярной внутренней энергии кристалла при нагревании его от нуля до $T_1 = 0,1\theta_E$. Характеристическую температуру θ_E Эйнштейна принять для данного Кристалла равной 300К.

Ответ: 340 Дж/моль

141. Определить максимальную частоту ω тах собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура θ_D равна 180К.

Ответ: $2,36 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-1}$

142. Определить относительную погрешность, которая будет допущена при вычислении теплоемкости кристалла, если вместо значения, даваемого теорией Дебая (при $T = \theta_D$), воспользоваться значением, даваемым законом Дюлонга и Пти.

Ответ: 4,83 %

143. Вычислить молярную внутреннюю энергию U_m кристаллов с двухмерной решеткой, если характеристическая температура θ_D Дебая равна 350К.

Ответ: 2,91 МДж

144. Какая мощность N требуется для того чтобы поддерживать температуру $t_1=100^\circ\text{C}$; в термостате, площадь S поверхности которого равна $1,5 \text{ м}^2$ толщина h изолирующего слой равна 2 см и внешняя температура $t=20^\circ\text{C}$?

Ответ: 600 Вт

145. Определить квазиимпульс p фонона, соответствующего частоте $\omega=0,1/\omega_{\text{max}}$. Усредненная скорость v звука в кристалле равна 1380 м/с , характеристическая температура θ_D Дебая равна 100 К . Дисперсией звуковых волн в кристалле пренебречь.

Ответ: $10^{-23} \text{ Н}\cdot\text{с}$

146. Вычислить фононное давление p в свинце при температуре $T=42,5 \text{ К}$. Характеристическая температура θ_D Дебая свинца равна 85 К .

Ответ: 46 МПа

Практическое занятие № 9

Атомное ядро. Ядерные реакции.

147. Из 10^{10} атомов радиоактивного изотопа с периодом полураспада 20 мин , через 40 минут не испытают превращение примерно

*Ответ: 1) $2,5 \cdot 10^9$ атомов; 2) $2,5 \cdot 10^5$ атомов; 3) $5 \cdot 10^5$ атомов
4) $7,5 \cdot 10^9$ атомов.*

148. Период полураспада $T_{1/2}$ радиоактивного нуклида равен 1 ч . Определить среднюю продолжительность t жизни этого нуклида.

Ответ: 1) 1,44 года; 2) 2 года; 3) 0,5 года; 4) 15 мин.

149. Определить активность A фосфора ^{32}P массой $m=1 \text{ мг}$.

Ответ: 1) 10,5 ТБк; 2) 10,5 Бк 3) 8 ТБк; 4) 11 Бк.

150. Определить массу m_2 радона ^{222}Rn , находящегося в радиоактивном равновесии с радием ^{226}Ra массой $m_1=1 \text{ г}$.

Ответ: 1) 5 мкг 2) 6,33 мкг 3) 7,5 мкг 4) 5,46 мкг

151. Определить удельную энергию связи $E_{\text{уд}}$ ядра $^{12}_6\text{C}$.

Ответ: 1) 7,46 МэВ/нуклон; 2) 7,68 МэВ/нуклон; 3) 6,7 МэВ/нуклон; 4) 6,9 МэВ/нуклон.

152. Какую наименьшую энергию E нужно затратить, чтобы оторвать один нейтрон от ядра азота $^{14}_7\text{N}$

Ответ: 1) 10,2 МэВ; 2) 10,6 МэВ; 3) 9,8 МэВ; 4) 9,4 МэВ

153. Внутри атомного ядра произошло самопроизвольное превращение нейтрона в протон: $n \rightarrow p + e^- + \tilde{\nu}_e$. С ядром в результате такого превращения произошел...

Ответ: 1) β^- -распад; 2) ядерная реакция деления; 3) ядерная реакция синтеза; 4) β^+ -распад; 5) α -распад.

154. Сколько α - и β -распадов должно произойти, чтобы торий $^{232}_{90}\text{Th}$ превратился в стабильный изотоп свинца $^{208}_{82}\text{Pb}$.

Ответ: 1) 6 α -распадов и 4 β -распада; 2) 7 α -распадов и 3 β -распада; 3) 4 α -распада и 6 β -распадов; 4) 5 α -распадов и 5 β -распадов.

155. Сколько α - и β -распадов должно произойти, что бы уран $^{235}_{92}\text{U}$ превратился в стабильный изотоп свинца $^{207}_{82}\text{Pb}$.

Ответ: 1) 7 α -распадов и 4 β -распада;
2) 5 α -распадов и 6 β -распадов;
3) 8 α -распадов и 3 β -распада;
4) 6 α -распадов и 5 β -распадов.

156. В осуществлении ядерной реакции $^{14}_7\text{N} + X \rightarrow ^{17}_8\text{O} + ^1_1\text{H}$ участвует...

Ответ: 1) α -частица; 2) протон; 3) нейтрон; 4) электрон.

157. При бомбардировке протонами ядер лития ^7_3Li образуется α -частица. Вторым продуктом реакции является...

Ответ: 1) α -частица; 2) протон; 3) 2 протона; 4) нейтрон; 5) 2 нейтрона.

158. При бомбардировке протонами ядер изотопа азота $^{14}_7\text{N}$ нейтронами образуется изотоп углерода $^{11}_6\text{C}$. Еще в ядерной реакции образуется...

Ответ: 1) α -частица; 2) нейтрон; 3) 2 нейтрона; 4) протон; 5) 2 протона.

159. Два ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ слились в одно, при этом был излучен протон. В результате этой реакции образовалось ядро ...

Ответ: 1) ${}^7_3\text{Li}$; 2) ${}^7_4\text{Be}$; 3) ${}^6_4\text{Be}$; 4) ${}^6_3\text{Li}$; 5) ${}^8_3\text{Li}$.

160. При бомбардировке ядер изотопа азота ${}^{14}_7\text{N}$ нейтронами образуется изотоп бора ${}^{11}_5\text{B}$. Ещё в этой ядерной реакции образуется

Ответ: 1) α -частица; 2) нейтрон; 3) 2 нейтрона; 4) протон; 5) 2 протона.

161. Произошло столкновение α -частицы с ядром бериллия ${}^9_4\text{Be}$. В результате образовался нейтрон и изотоп ...

Ответ: 1) ${}^{12}_6\text{C}$; 2) ${}^{12}_5\text{B}$; 3) ${}^{10}_6\text{C}$; 4) ${}^{13}_6\text{C}$; 5) ${}^8_3\text{Li}$.

162. На рисунке показана кварковая диаграмма β^- распада нуклона

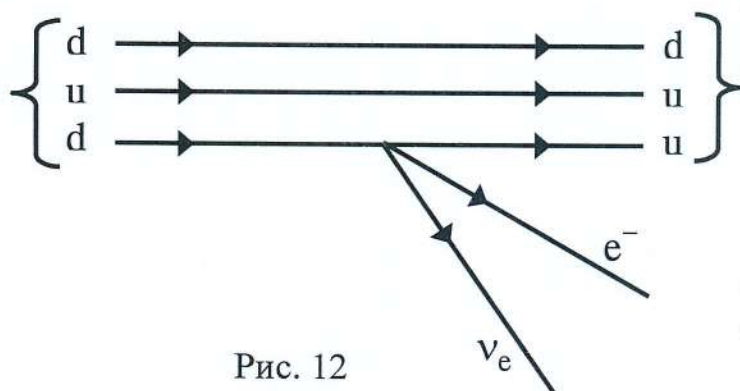


Диаграмма соответствует реакции ...

Ответ: 1) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$; 2) $p \rightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$; 3) $n \rightarrow n + e^- + \bar{\nu}_e$; 4) $p \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$.

163. Нуклоны в ядре взаимодействуют посредством обмена виртуальными частицами. Процесс их образования соответствует схеме...

Ответ: 1) $n \xrightarrow{\leftarrow} p + \pi^-$; 2) $p \xrightarrow{\leftarrow} p + \pi^+$; 3) $n \xrightarrow{\leftarrow} p + \pi^+$; 4) $n \xrightarrow{\leftarrow} n + \pi^-$.

164. Нестабильная частица движется со скоростью $0,6 \cdot c$. (c – скорость света в вакууме). Тогда время её жизни...

Ответ: 1) Увеличивается на 25%; 2) уменьшается на 10%; 3) уменьшается на 20%; 4) увеличивается на 10%.

165. В процессе сильного взаимодействия не принимают участие...

Ответ: 1) фотоны; 2) нейтроны; 3) протоны.

166. В процессе сильного взаимодействия принимают участие...

Ответ: 1) протоны; 2) фотоны; 3) электроны.

167. В процессе сильного взаимодействия принимают участие...

Ответ: 1) нуклоны; 2) электроны; 3) фотоны.

168. Позитрон является античастицей по отношению к...

Ответ: 1) электрону; 2) нейтрону; 3) протону; 4) нейтрино.

169. В гравитационном взаимодействии принимают участие...

Ответ: 1) все элементарные частицы; 2) только частицы, имеющие нулевую массу покоя; 3) только нуклоны.

170. Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Ядерные силы притяжения действуют между парами частиц ...

Ответ: 1) протон-протон, протон-нейтрон, нейтрон-нейтрон;

2) только протон-протон;

3) протон-протон, нейтрон-нейтрон;

4) протон-протон, протон-нейтрон;

5) протон-нейтрон, нейтрон-нейтрон;

6) только нейтрон-нейтрон.

Список рекомендуемой литературы

1. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие. // И. В. Савельев. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2007. Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. – 480 с. – Текст: непосредственный.

2. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие. // И. В. Савельев. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2006. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 320 с. – Текст: непосредственный.

3. Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие / Т. И. Трофимова. - 21-е изд., стер. - Москва: Академия, 2015. - 560 с. – Текст: непосредственный.

4. Чертов, А. Г. Задачник по физике [Текст]: учебное пособие / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - 7-е изд., перераб. и доп. – М: Физико-математической литературы, 2003. - 640 с.

5. Карпова, Г. В. Основы геометрической оптики : учебно-практическое пособие / Г. В. Карпова, В. М. Полуниин, Г. Т. Сычѳв; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск : ЮЗГУ, 2012. - 57 с. – Текст: электронный.

6. Физика: постоянный ток, электромагнетизм, волновая оптика [Электронный ресурс]: практикум: учебное пособие / В. И. Барсуков, О. С. Дмитриев, В. Е. Иванов, Ю. П. Ляшенко. - Тамбов: ТГТУ, 2014. – 104 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277918>