

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.01.2022 11:51:23

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39a5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники,
общей и прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
2021 г.

« 15 »



МАГНЕТИЗМ. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА. АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА.

Методические указания к выполнению практических работ для
студентов направлений подготовки
10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных
систем»
10.03.01 «Информационная безопасность»

УДК 537

Составитель: Л.П. Петрова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Кузько А.Е.

Магнетизм. Оптика. Квантовая механика. Атомная и ядерная физика: методические указания к выполнению практических работ для студентов направлений подготовки 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», 10.03.01 «Информационная безопасность» / Юго-зап. гос. ун-т; сост.: Петрова Л.П. - Курск, 2021.- 51 с.: ил. 12, Библиогр.: с.51.

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 студентов направлений подготовки: «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», «Информационная безопасность».

Предназначены для студентов направлений подготовки 10.05.02, 10.03.01 дневной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.09*. Формат 60 x 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,96. Уч.-изд. л. 1,88. Тираж 50 экз. Заказ *1108*. 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	51

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

Магнитостатика. Магнитное поле в веществе. Поток магнитной индукции.

1. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток $I=10$ А. Определить, пользуясь теоремой о циркуляции вектора B , магнитную индукцию в точке, расположенной на расстоянии $r=10$ см от проводника. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=2\cdot 10^{-5}$ Тл; б) $B=3\cdot 10^{-5}$ Тл; в) $B=4\cdot 10^{-5}$ Тл; г) $B=5\cdot 10^{-5}$ Тл; д) $B=6\cdot 10^{-5}$ Тл.

2. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток $I=50$ А. определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на расстояние $r=5$ см от проводника. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=500$ мкТл; б) $B=400$ мкТл; в) $B=300$ мкТл; г) $B=200$ мкТл; д) $B=100$ мкТл.

3. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии $r=10$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи $I=10$ А каждый. Найти напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6$ см от одного и $r_2=8$ см от другого провода.

Ответ: а) $H=33,2$ А/м; б) $H=23,2$ А/м; в) $H=13,2$ А/м; г) $H=1,32$ А/м; д) $H=0,132$ А/м.

4. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии $r=5$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи. Найти величину тока в проводах, если напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4$ см от одного и $r_2=3$ см от другого провода, равна $H=132$ А/м.

Ответ: а) $I=3$ А; б) $I=2$ А; в) $I=1$ А; г) $I=0,5$ А; д) $I=0,1$ А.

5. Расстояние d между двумя длинными параллельными проводами равно 5 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи $I=30$ А каждый. Найти индукцию B магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4$ см от одного и $r_2=3$ см от другого провода. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=0,025\cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=0,25\cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=1,5\cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=2,5\cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=3,5\cdot 10^{-4}$ Тл.

6. По двум бесконечно длинным проводам, скрещенным под

прямым углом, текут токи $I_1=30$ А и $I_2=40$ А. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке С, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние, равное d . $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=20\cdot 10^{-6}$ Тл; б) $B=30\cdot 10^{-6}$ Тл; в) $B=40\cdot 10^{-6}$ Тл; г) $B=50\cdot 10^{-6}$ Тл; д) $B=60\cdot 10^{-6}$ Тл.

7. Два бесконечно длинных провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи $I_1=80$ А и $I_2=60$ А. Расстояние между проводами $d=10$ см. Определить магнитную индукцию B в точке А расположенной между проводами, удаленной от них на одинаковом расстоянии $r=d/2$. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=6\cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=5\cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=4\cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=3\cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=2\cdot 10^{-4}$ Тл.

8. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом $\alpha=120^\circ$, течет ток $I=50$ А. Найти магнитную индукцию B в точке, лежащей на биссектрисе угла, удаленной от его вершины на расстояние $a=5$ см. Точка расположена внутри угла. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=3,5\cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=4,5\cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=5,5\cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=6,5\cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=7,5\cdot 10^{-4}$ Тл.

9. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом $\alpha=120^\circ$, течет ток $I=50$ А. Найти магнитную индукцию B в точке, лежащей на биссектрисе угла и удаленной от его вершины на расстояние $a=5$ см. Точка расположена вне угла. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=3,15\cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=2,15\cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=1,15\cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=1,5\cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=15\cdot 10^{-4}$ Тл.

10. По отрезку прямого провода длиной $\ell=80$ см течет ток $I=50$ А. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током, в точке А равноудаленной от концов отрезка провода и находящейся на расстоянии $r_0=30$ см от его середины. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=26,7$ мкТл; б) $B=36,7$ мкТл; в) $B=46,7$ мкТл; г) $B=56,7$ мкТл; д) $B=66,7$ мкТл.

11. По обмотке очень короткой катушки радиусом $r=16$ см течет ток $I=5$ А. Сколько витков N проволоки намотано на катушку, если напряженность H магнитного поля в ее центре равна 800 А/м?

Ответ: а) $N=51$; б) $N=61$; в) $N=71$; г) $N=81$; д) $N=91$.

12. По тонкому проводящему кольцу радиусом $R=10$ см течет ток $I=80$ А. Найти магнитную индукцию B в точке А, равноудаленной от всех точек кольца на расстоянии $r=20$ см. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=10,3\cdot 10^{-5}$ Тл; б) $B=8,3\cdot 10^{-5}$ Тл; в) $B=6,3\cdot 10^{-5}$ Тл; г) $B=5,3\cdot 10^{-5}$ Тл; д) $B=4,3\cdot 10^{-5}$ Тл.

13. По двум прямым параллельным проводам длиной $l=2,5$ м каждый, находящимся на расстоянии $d=20$ см друг от друга, текут одинаковые токи $I=1$ кА, в одном направлении. Вычислить силу взаимодействия токов. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $F=2,5$ Н; б) $F=3,5$ Н; в) $F=4,5$ Н; г) $F=5,5$ Н; д) $F=6,5$ Н.

14. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=4000$ А/м со скоростью 10^4 км/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти силу F , с которой поле действует на электрон. $q_e=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $F_n=8,1\cdot 10^{-15}$ Н; б) $F_n=10,1\cdot 10^{-15}$ Н; в) $F_n=6,1\cdot 10^{-15}$ Н; г) $F_n=12,1\cdot 10^{-15}$ Н; д) $F_n=4,1\cdot 10^{-15}$ Н.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=4000$ А/м со скоростью 10^4 км/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти радиус r окружности, по которой он движется. $q_e=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл; $m_e=9,1\cdot 10^{-31}$ кг; $\mu_0=12,56\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $r=2,1\cdot 10^{-2}$ м; б) $r=1,5\cdot 10^{-2}$ м; в) $r=1,1\cdot 10^{-2}$ м; г) $r=3,1\cdot 10^{-2}$ м; д) $r=1\cdot 10^{-2}$ м.

16. Заряженная частица, обладающая скоростью $v=2\cdot 10^6$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,52$ Тл. Найти отношение q/m заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом $R=4$ см.

Ответ: а) $q/m=11,6\cdot 10^7$ Кл/кг; б) $q/m=9,6\cdot 10^7$ Кл/кг; в) $q/m=6\cdot 10^7$ Кл/кг; г) $q/m=1,6\cdot 10^7$ Кл/кг; д) $q/m=7,6\cdot 10^7$ Кл/кг.

17. Вычислить скорость v α -частиц, выходящих из циклотрона, если, подходя к выходному окну, α -частицы движутся по

окружности радиусом $R=50$ см. Индукция B магнитного поля циклотрона равна $1,7$ Тл. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Ответ: а) $v=0,21 \cdot 10^8$ м/с; б) $v=0,61 \cdot 10^8$ м/с; в) $v=0,41 \cdot 10^8$ м/с; г) $v=0,51 \cdot 10^8$ м/с; д) $v=0,31 \cdot 10^8$ м/с.

18. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,015$ Тл по окружности радиусом $r=10$ см. Определить импульс p иона. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $p=6,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; б) $p=5,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; в) $p=4,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; г) $p=3,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; д) $p=2,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с.

19. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,5$ Тл. Определить момент импульса, которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R=0,2$ см. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $L=6,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; б) $L=1,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с;
в) $L=2,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; г) $L=5,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; д) $L=3,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с.

20. Ток $I=4$ А существует в короткой катушке площадью поперечного сечения $S=150$ см², содержащей $N=200$ витков провода. Определить магнитный момент p_m катушки.

Ответ: а) $p_m=18$ А·м²; б) $p_m=16$ А·м²; в) $p_m=14$ А·м²; г) $p_m=12$ А·м²; д) $p_m=10$ А·м².

21. В короткой катушке площадью поперечного сечения $S=150$ см², содержащей $N=200$ витков провода, существует ток $I=4$ А. Определить магнитный момент катушки.

Ответ: а) $p_m=12$ А/м²; б) $p_m=1,2 \cdot 10^{-3}$ А/м²; в) $p_m=0,12$ А/м²; г) $p_m=12 \cdot 10^{-3}$ А/м²; д) $p_m=2$ А/м².

22. Очень короткая катушка содержит $N=1000$ витков тонкого провода. Катушка имеет квадратное сечение со стороной длиной $a=10$ см. Найти магнитный момент p_m катушки при силе тока $I=1$ кА.

Ответ: а) $p_m=1 \cdot 10^4$ А·м²; б) $p_m=2 \cdot 10^4$ А·м²; в) $p_m=3 \cdot 10^4$ А·м²; г) $p_m=4 \cdot 10^4$ А·м²; д) $p_m=5 \cdot 10^4$ А·м².

23. Рамка гальванометра длиной $a=4$ см и шириной $b=1,5$ см, содержит $N=200$ витков тонкой проволоки. Каков магнитный момент p_m рамки, когда по виткам потечет ток силой $I=1$ мА?

Ответ: а) $p_m=5,2 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; б) $p_m=4,2 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; в) $p_m=3,2 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; г) $p_m=2,2 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; д) $p_m=1,2 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.

24. По кольцу радиусом R течет ток. На оси кольца на расстоянии $d=1$ м от его плоскости магнитная индукция $B=10$ нТл. Определить магнитный момент p_m кольца с током. Считать R много меньшим d . $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $p_m=7 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; б) $p_m=6 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; в) $p_m=5 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; г) $p_m=4 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot \text{м}^2$; д) $p_m=3 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.

25. Определить степень неоднородности магнитного поля ($\Delta B/\Delta x$), если максимальная сила, действующая на точечный магнитный диполь, $F_{\text{макс}}=10^{-3}$ Н. Магнитный момент точечного диполя $p_m=2 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.

Ответ: а) $\Delta B/\Delta x=0,6 \text{ Тл/м}$; б) $\Delta B/\Delta x=0,5 \text{ Тл/м}$; в) $\Delta B/\Delta x=0,4 \text{ Тл/м}$; г) $\Delta B/\Delta x=0,3 \text{ Тл/м}$; д) $\Delta B/\Delta x=0,5 \text{ Тл/м}$.

Практическое занятие № 3, 4

Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция.

26. Рамка гальванометра длиной $a=4$ см и шириной $b=1,5$ см, содержащая $N=200$ витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Какой вращающий момент M действует на рамку, когда по виткам потечет ток силой $I=1$ мА?

Ответ: а) $M=42 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$; б) $M=32 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$; в) $M=22 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$; г) $M=12 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$; д) $M=0,2 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}$.

27. Проволочный виток радиусом $r=5$ см, по которому течет ток $I=20$ А, находится в однородном магнитном поле напряженностью $H=2 \cdot 10^3$ А/м. Плоскость витка образует угол $\alpha=60^\circ$ с направлением поля. Найти вращающий момент M , действующий на виток. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $M=0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$; б) $M=3 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$; в) $M=0,4 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$; г) $M=0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$; д) $M=0,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$.

28. Короткая катушка площадью S поперечного сечения, равной 150 см^2 , содержит $N=200$ витков провода, по которому течет ток $I=4$ А. Катушка помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H=8$ кА/м. Определить вращающий момент M ,

действующий на нее со стороны поля, если ось катушки, лежащая в ее плоскости, составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $M=20\cdot 10^{-3}$ Н·м; б) $M=30\cdot 10^{-3}$ Н·м; в) $M=40\cdot 10^{-3}$ Н·м; г) $M=50\cdot 10^{-3}$ Н·м; д) $M=60\cdot 10^{-3}$ Н·м.

29. Квадратная рамка со стороной 2 см, содержащая 100 витков тонкого провода подвешена на упругой нити, постоянная кручения которой $9,8\cdot 10^{-6}$ (Н·м)/град. Плоскость рамки совпадает с направлением линий напряженности внешнего магнитного поля. Определить напряженность внешнего магнитного поля, если при пропускании по рамке тока силой 1 А она повернулась на угол 60° . $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $H=4,3\cdot 10^4$ А/м; б) $H=3,3\cdot 10^4$ А/м; в) $H=2,3\cdot 10^4$ А/м; г) $H=1,3\cdot 10^4$ А/м; д) $H=0,3\cdot 10^4$ А/м.

30. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол $\beta=30^\circ$ с линиями индукции.

Ответ: а) $\Phi=10\cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=20\cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=30\cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=40\cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=50\cdot 10^{-6}$ Вб.

31. Плоский контур площадью $S=20$ см² находится в однородном магнитном поле ($B=0,03$ Тл). Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\varphi=60^\circ$ с направлением линий индукции.

Ответ: а) $\Phi=62\cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=52\cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=42\cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=32\cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=22\cdot 10^{-6}$ Вб.

32. На длинный картонный каркас диаметром $D=5$ см уложена виток к витку однослойная обмотка из проволоки диаметром $d=0,2$ мм. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I=0,5$ А. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $\Phi=7,2\cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=6,2\cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=5,2\cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=4,2\cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=3,2\cdot 10^{-6}$ Вб.

33. Соленоид длиной $\ell=1$ м и сечением $S=16$ см² содержит $N=200$ витков. Вычислить потокосцепление Ψ при силе тока I в

обмотке 10 А. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $\Psi=0,4\cdot 10^{-3}$ Вб; б) $\Psi=0,6\cdot 10^{-3}$ Вб; в) $\Psi=0,8\cdot 10^{-3}$ Вб; г) $\Psi=1,0\cdot 10^{-3}$ Вб; д) $\Psi=1,8\cdot 10^{-3}$ Вб.

34. Магнитный поток Φ сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида $\ell=50$ см. Найти магнитный момент p_m соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $p_m=50$ А·м²; б) $p_m=40$ А·м²; в) $p_m=30$ А·м²; г) $p_m=20$ А·м²; д) $p_m=10$ А·м².

35. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий соленоид, если его длина $l=50$ см и магнитный момент $p_m=0,4$ А·м². $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $\Phi=1\cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=2\cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=3\cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=4\cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=5\cdot 10^{-6}$ Вб.

36. Квадратный контур со стороной $a=10$ см, по которому течет ток $I=50$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B=10$ мТл). Определить изменение ΔW потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\varphi=180^\circ$.

Ответ: а) $\Delta W=6\cdot 10^{-3}$ Дж; б) $\Delta W=8\cdot 10^{-3}$ Дж; в) $\Delta W=10\cdot 10^{-3}$ Дж; г) $\Delta W=12\cdot 10^{-3}$ Дж; д) $\Delta W=14\cdot 10^{-3}$ Дж.

37. Определить число ампер витков тороида без сердечника, внешний диаметр которого $d_1=30$ см, а внутренний диаметр $d_2=20$ см. Индукция магнитного поля внутри тороида $B=1,6\cdot 10^{-3}$ Тл. $\mu_0=12,56\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $NI=200$ ав; б) $NI=400$ ав; в) $NI=600$ ав; г) $NI=800$ ав; д) $NI=1000$ ав.

38. Определить напряженность магнитного поля на оси тороида без сердечника, по обмотке которого, содержащей $N=200$ витков, идет ток силой 5 А. Внешний диаметр тороида $d_1=30$ см, внутренний диаметр $d_2=20$ см.

Ответ: а) $H=1,3\cdot 10^3$ А/м; б) $H=2,3\cdot 10^3$ А/м; в) $H=3,3\cdot 10^3$ А/м; г) $H=4,3\cdot 10^3$ А/м; д) $H=5,3\cdot 10^3$ А/м.

39. Чугунный тороид, длина которого по средней линии $l_1=1,00$

м, имеет воздушный зазор $l_2=5,00$ мм. По обмотке тороида, пустили ток $I=4$ А, в результате чего индукция в зазоре стала $B_2=0,5$ Тл. Сколько витков содержит обмотка тороида? Рассеиванием магнитного поля в воздушном зазоре можно пренебречь. При индукции магнитного поля в зазоре $B_2=0,5$ Тл, напряженность магнитного поля в сердечнике тороида $H=1500$ А/м.

Ответ: а) $N=773$; б) $N=873$; в) $N=973$; г) $N=1073$; д) $N=1171$.

40. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд $q=50$ мкКл. Определить изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра $R=10$ Ом.

Ответ: а) $\Delta\Phi=0,5 \cdot 10^{-3}$ Вб; б) $\Delta\Phi=0,4 \cdot 10^{-3}$ Вб; в) $\Delta\Phi=0,3 \cdot 10^{-3}$ Вб; г) $\Delta\Phi=0,2 \cdot 10^{-3}$ Вб; д) $\Delta\Phi=0,1 \cdot 10^{-3}$ Вб.

41. Проволочный виток радиусом $r=4$ см, имеющий сопротивление $R=0,01$ Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл. Плоскость витка составляет угол $\beta=30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

Ответ: а) $q=16 \cdot 10^{-3}$ Кл; б) $q=14 \cdot 10^{-3}$ Кл; в) $q=10 \cdot 10^{-3}$ Кл; г) $q=6 \cdot 10^{-3}$ Кл; д) $q=2 \cdot 10^{-3}$ Кл.

42. Проволочный виток диаметром $D=5$ см и сопротивлением $R=0,02$ Ом находится в однородном магнитном поле ($B=0,3$ Тл). Плоскость витка составляет угол $\varphi=40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд q протечет по витку при выключении магнитного поля?

Ответ: а) $q=1,9 \cdot 10^{-3}$ Кл; б) $q=0,19 \cdot 10^{-3}$ Кл; в) $q=9 \cdot 10^{-3}$ Кл; г) $q=19 \cdot 10^{-3}$ Кл; д) $q=29 \cdot 10^{-3}$ Кл.

43. На расстоянии $a=1$ м от длинного прямого провода с током $I=1$ кА находится кольцо радиусом $r=1$ см. Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий его, максимален. Определить количество электричества q , которое протечет по кольцу, когда ток в проводнике будет выключен. Сопротивление R кольца равно 10 Ом. Поле в пределах кольца считать однородным.

Ответ: а) $q=6,28 \cdot 10^{-9}$ Кл; б) $q=5,28 \cdot 10^{-9}$ Кл; в) $q=4,28 \cdot 10^{-9}$ Кл; г) $q=3,28 \cdot 10^{-9}$ Кл; д) $q=2,28 \cdot 10^{-9}$ Кл.

44. Проволочное кольцо радиусом $r=10$ см лежит на столе.

Какое количество электричества q протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление R кольца равно 1 Ом. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

Ответ: а) $q=3,14 \cdot 10^{-6}$ Кл; б) $q=4,14 \cdot 10^{-6}$ Кл; в) $q=5,14 \cdot 10^{-6}$ Кл; г) $q=6,14 \cdot 10^{-6}$ Кл; д) $q=7,14 \cdot 10^{-6}$ Кл.

45. Рамка из провода сопротивлением $R=0,04$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B=0,6$ Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S=200$ см². Определить заряд q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции от 0 до 45°.

Ответ: а) $q=108 \cdot 10^{-3}$ Кл; б) $q=98 \cdot 10^{-3}$ Кл; в) $q=88 \cdot 10^{-3}$ Кл; г) $q=78 \cdot 10^{-3}$ Кл; д) $q=68 \cdot 10^{-3}$ Кл.

46. Рамка из провода сопротивлением $R=0,04$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B=0,6$ Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S=200$ см². Определить заряд q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции от 45° до 90°.

Ответ: а) $q=0,61$ Кл; б) $q=0,51$ Кл; в) $q=0,41$ Кл; г) $q=0,31$ Кл; д) $q=0,21$ Кл.

47. Тонкий медный провод массой $m=1$ г согнут в виде квадрата, и его концы замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ($B=0,1$ Тл) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд q , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию. $\rho_{Cu}=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м; плотность меди $\rho=8,9 \cdot 10^3$ кг/м³.

Ответ: а) $q=61 \cdot 10^{-3}$ Кл; б) $q=1 \cdot 10^{-3}$ Кл; в) $q=5,1 \cdot 10^{-3}$ Кл; г) $q=51 \cdot 10^{-3}$ Кл; д) $q=41 \cdot 10^{-3}$ Кл.

48. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,4$ Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $\ell=10$ см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения $n=16$ с⁻¹.

Ответ: а) $U=0,5$ В; б) $U=0,4$ В; в) $U=0,3$ В; г) $U=0,2$ В; д) $U=0,1$ В.

49. В однородном магнитном поле ($B=0,1$ Тл) равномерно с частотой $n=5$ с⁻¹ вращается стержень длиной $\ell=50$ см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям напряженности, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов U .

Ответ: а) $U=0,5$ В; б) $U=0,4$ В; в) $U=0,3$ В; г) $U=0,2$ В; д) $U=0,1$ В.

50. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,5$ Тл вращается с частотой $n=10$ с⁻¹ стержень длиной $\ell=20$ см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов U на концах стержня.

Ответ: а) $U=0,53$ В; б) $U=0,63$ В; в) $U=0,73$ В; г) $U=0,83$ В; д) $U=0,93$ В.

51. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,5$ Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $l=20$ см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения $n=10$ с⁻¹.

Ответ: а) $U=330$ мВ; б) $U=430$ мВ; в) $U=530$ мВ; г) $U=630$ мВ; д) $U=730$ мВ.

52. Прямой проводящий стержень длиной $\ell=40$ см находится в однородном магнитном поле ($B=0,1$ Тл). Концы стержня замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R=0,5$ Ом. Какая мощность P потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v=10$ м/с?

Ответ: а) $P=0,12$ Вт; б) $P=0,22$ Вт; в) $P=0,32$ Вт; г) $P=0,42$ Вт; д) $P=0,52$ Вт.

53. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,35$ Тл равномерно с частотой $n=480$ мин⁻¹ вращается рамка, содержащая $N=500$ витков площадью $S=50$ см². Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции E_{\max} , возникшую в рамке.

Ответ: а) $E_{max}=84 \text{ В}$; б) $E_{max}=74 \text{ В}$; в) $E_{max}=64 \text{ В}$; г) $E_{max}=54 \text{ В}$; д) $E_{max}=44 \text{ В}$.

54. Рамка, содержащая $N=200$ витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки $S=50 \text{ см}^2$. Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ($B=0,05 \text{ Тл}$). Определить максимальную Э.Д.С. E_{max} , которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой $n=40 \text{ с}^{-1}$.

Ответ: а) $E_{max}=32,6 \text{ В}$; б) $E_{max}=12,6 \text{ В}$; в) $E_{max}=42,6 \text{ В}$; г) $E_{max}=1,26 \text{ В}$; д) $E_{max}=2,6 \text{ В}$.

55. Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04 \text{ Тл}$ с угловой скоростью $\omega=5 \text{ рад/с}$ относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции E_i для тех моментов времени t , когда плоскость катушки составляет угол $\beta=60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь S катушки равна 100 см^2 .

Ответ: а) $E_i=0,5 \text{ В}$; б) $E_i=1 \text{ В}$; в) $E_i=1,5 \text{ В}$; г) $E_i=2,5 \text{ В}$; д) $E_i=3,5 \text{ В}$.

56. Короткая катушка, содержащая $N=10^3$ витков, равномерно вращается с частотой $n=10 \text{ с}^{-1}$ относительно оси АВ, лежащей в плоскости катушки и перпендикулярной линиям однородного магнитного поля ($B=0,04 \text{ Тл}$). Определить мгновенное значение ЭДС индукции для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями поля. Площадь катушки $S=100 \text{ см}^2$.

Ответ: а) $E_i=1,26 \text{ В}$; б) $E_i=12,6 \text{ В}$; в) $E_i=126 \text{ В}$; г) $E_i=26 \text{ В}$; д) $E_i=56 \text{ В}$.

57. Рамка площадью $S=200 \text{ см}^2$ равномерно вращается с частотой $n=10 \text{ с}^{-1}$ относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ($B=0,2 \text{ Тл}$). Каково среднее значение ЭДС индукции $\langle E_i \rangle$ за время, в течение которого магнитный поток Φ , пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

Ответ: а) $\langle E_i \rangle=0,06 \text{ В}$; б) $\langle E_i \rangle=0,16 \text{ В}$; в) $\langle E_i \rangle=0,26 \text{ В}$; г) $\langle E_i \rangle=0,36 \text{ В}$; д) $\langle E_i \rangle=0,46 \text{ В}$.

58. Соленоид сечением $S=10 \text{ см}^2$ содержит $N=10^3$ витков. При

силе тока $I=5$ А магнитная индукция B поля внутри соленоида равна 0,05 Тл. Определить индуктивность L соленоида.

Ответ: а) $L=0,02$ Гн; б) $L=0,015$ Гн; в) $L=0,02$ Гн; г) $L=0,01$ Гн; д) $L=0,05$ Гн.

59. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит $N=1200$ витков провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока $I=4$ А магнитный поток $\Phi=6$ мкВб. Определить индуктивность L соленоида.

Ответ: а) $L=5,8 \cdot 10^{-3}$ Гн; б) $L=4,8 \cdot 10^{-3}$ Гн; в) $L=3,8 \cdot 10^{-3}$ Гн; г) $L=2,8 \cdot 10^{-3}$ Гн; д) $L=1,8 \cdot 10^{-3}$ Гн.

60. По длинному соленоиду с немагнитным сердечником сечением $S=5,0$ см², содержащему $N=1200$ витков, течет ток силой $I=2,00$ А. Индукция магнитного поля в центре соленоида $B=10,0$ мТл. Определить его индуктивность.

Ответ: а) $L=3,0 \cdot 10^{-3}$ Гн; б) $L=4,0 \cdot 10^{-3}$ Гн; в) $L=5,0 \cdot 10^{-3}$ Гн; г) $L=6,0 \cdot 10^{-3}$ Гн; д) $L=7,0 \cdot 10^{-3}$ Гн.

61. По катушке индуктивностью $L=8$ мкГн течет ток $I=6$ А. Определить среднее значение ЭДС $\langle E_s \rangle$ самоиндукции, возникающей в контуре, если сила тока изменяется практически до нуля за время $\Delta t=5$ мс.

Ответ: а) $\langle E_s \rangle=12,6 \cdot 10^{-3}$ В; б) $\langle E_s \rangle=7,6 \cdot 10^{-3}$ В; в) $\langle E_s \rangle=10,6 \cdot 10^{-3}$ В; г) $\langle E_s \rangle=8,6 \cdot 10^{-3}$ В; д) $\langle E_s \rangle=9,6 \cdot 10^{-3}$ В.

62. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением $R = 20$ Ом и катушку индуктивностью $L = 0,06$ Гн, течет ток $I = 20$ А. Определить силу тока I в цепи через $\tau = 0,2$ мс после ее размыкания.

Ответ: а) $I=20,7$ А; б) $I=18,7$ А; в) $I=28,7$ А; г) $I=16,7$ А; д) $I=38,7$ А.

63. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 20$ Ом. Через время $t = 0,1$ с. сила тока I в катушке достигла 0,95 предельного значения. Определить индуктивность L катушки.

Ответ: а) $L=0,67$ Гн; б) $L=0,60$ Гн; в) $L=0,70$ Гн; г) $L=0,77$ Гн; д) $L=0,87$ Гн.

64. Две катушки намотаны на один общий сердечник. Когда сила тока I_1 в первой катушке изменяется со скоростью $dI_1/dt = 5$ А/с,

во второй катушке возникает ЭДС индукции $E_i = 0,1$ В. Определить коэффициент L_{21} взаимной индукции катушек.

Ответ: а) $L_{21}=0,04$ Гн; б) $L_{21}=0,03$ Гн; в) $L_{21}=0,02$ Гн; г) $L_{21}=0,01$ Гн; д) $L_{21}=0,25$ Гн.

Практическое занятие № 5

Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.

65. Плоский квадратный контур со стороной $a = 10$ см, по которому течет ток $I = 100$ А, свободно установился в однородном магнитном поле индукцией $B = 1$ Тл. Определить работу, совершаемую внешними силами при повороте контура относительно оси, проходящей через середину его противоположных сторон, на угол $\alpha=90^\circ$. При повороте контура сила тока в нем поддерживается постоянной.

Ответ: а) $A=5$ Дж; б) $A=4$ Дж; в) $A=3$ Дж; г) $A=2$ Дж; д) $A=1$ Дж.

66. Виток, по которому течет ток $I = 20$ А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,016$ Тл. Диаметр d витка равен 10 см. Определить работу A , которую нужно совершить, чтобы повернуть виток на угол $\alpha = \pi/2$ относительно оси, совпадающей с диаметром.

Ответ: а) $A=2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A=3,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A=4,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A=5,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A=6,5 \cdot 10^{-3}$ Дж.

67. Плоский контур с током $I = 5$ А свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 0,4$ Тл). Площадь контура $S = 200$ см². Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha = 40^\circ$. Определить численное значение работы, совершенной внешними силами.

Ответ: а) $A=6,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A=7,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A=8,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A=9,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A=10,4 \cdot 10^{-3}$ Дж.

68. Квадратная рамка со стороной $a=10$ см, по которой течет ток $I = 200$ А, свободно установилась в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. Определить работу A , которую необходимо совершить внешним силам при повороте рамки вокруг оси, лежащей

в плоскости рамки и перпендикулярной линиям магнитной индукции, на угол $\alpha = 2\pi/1$.

Ответ: а) $A=0,3$ Дж; б) $A=0,4$ Дж; в) $A=0,5$ Дж; г) $A=0,6$ Дж; д) $A=0,7$ Дж.

69. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I=60$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 20$ мТл). Диаметр витка $d = 10$ см. Какую работу A нужно совершить внешним силам для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\alpha = \pi/2$?

Ответ: а) $A=1,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A=10,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A=9,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A=8,4 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A=7,4 \cdot 10^{-3}$ Дж.

70. Плоский контур с током $I = 50$ А расположен в однородном магнитном поле ($B = 0,6$ Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Площадь контура $S = 1$ м². Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha=30^\circ$.

Ответ: а) $A=10$ Дж; б) $A=15$ Дж; в) $A=20$ Дж; г) $A=25$ Дж; д) $A=30$ Дж.

71. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью $S=100$ см². Поддерживая в контуре постоянную силу тока $I=50$ А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию B поля, если при перемещении контура внешними силами была совершена работа $A=0,4$ Дж.

Ответ: а) $B=0,9$ Тл; б) $B=0,8$ Тл; в) $B=0,7$ Тл; г) $B=0,6$ Тл; д) $B=0,5$ Тл.

72. По проводу согнутому в виде квадрата со стороной длиной $a=10$ см, течет ток $I=20$ А, сила которого поддерживается неизменной. Плоскость квадрата составляет угол $\alpha=20^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля ($B=0,1$ Тл). Вычислить работу A , которую необходимо совершить внешним силам для того, чтобы удалить провод за пределы поля.

Ответ: а) $A=6,84$ мДж; б) $A=8,84$ мДж; в) $A=10,84$ мДж; г) $A=12,84$ мДж; д) $A=14,84$ мДж.

73. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной длиной $a=10$ см, течет ток $I=20$ А, сила которого поддерживается неизменной. Плоскость квадрата составляет угол $\alpha=20^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля ($B=0,1$ Тл). Вычислить работу A , которую необходимо совершить внешним силам для того, чтобы удалить провод за пределы поля.

Ответ: а) $A=7,8 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A=6,8 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A=5,8 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A=4,8 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A=3,8 \cdot 10^{-3}$ Дж.

74. Квадратный контур со стороной $a=10$ см, в котором течет ток $I=6$ А, находится в магнитном поле ($B=0,8$ Тл) под углом $\alpha=60^\circ$ к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить (внешним силам), чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

Ответ: а) $A=-2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A=-3,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A=-4,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A=-5,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A=-6,5 \cdot 10^{-3}$ Дж.

75. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит $N=1200$ витков провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока $I=4$ А магнитный поток $\Phi=6$ мкВб. Определить энергию магнитного поля соленоида.

Ответ: а) $W=3,44 \cdot 10^{-2}$ Дж; б) $W=2,44 \cdot 10^{-2}$ Дж; в) $W=1,44 \cdot 10^{-2}$ Дж; г) $W=0,144 \cdot 10^{-2}$ Дж; д) $W=0,44 \cdot 10^{-2}$ Дж.

76. На железное кольцо намотано в один слой $N=200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при силе тока $I=2,5$ А магнитный поток Φ в железе равен $0,5$ мВб.

Ответ: а) $W=125 \cdot 10^{-3}$ Дж ; б) $W=225 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $W=155 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $W=255 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $W=325 \cdot 10^{-3}$ Дж.

77. Индуктивность L соленоида при длине $\ell=1$ м и площади поперечного сечения $S=20$ см² равна $0,4$ мГн. Определить силу тока I в соленоиде, при которой объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна $0,1$ Дж/м³.

Ответ: а) $I=5$ А; б) $I=4$ А; в) $I=3$ А; г) $I=2$ А; д) $I=1$ А.

Практическое занятие № 6

Электромагнитные колебания и волны в вакууме и веществе.

78. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью

$C=5$ мкФ и катушки с индуктивностью $L=0,200$ Гн. Определить максимальную силу тока I_0 в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора $U_0=90$ В. Активным сопротивлением контура R пренебречь.

Ответ: а) $I_0=0,35$ А; б) $I_0=0,55$ А; в) $I_0=0,45$ А; г) $I_0=0,65$ А; д) $I_0=0,25$ А.

79. В цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора, действует синусоидальная ЭДС. Определить частоту ЭДС ω , при которой в цепи наступит резонанс, если $C=0,1$ мкФ, $L=1,0$ мГн.

Ответ: а) $\omega_{рез}=3,0 \cdot 10^5$ рад/с; б) $\omega_{рез}=4,0 \cdot 10^5$ рад/с; в) $\omega_{рез}=2,0 \cdot 10^5$ рад/с; г) $\omega_{рез}=5,0 \cdot 10^5$ рад/с; д) $\omega_{рез}=1,0 \cdot 10^5$ рад/с.

80. Определить длину λ электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_m=50$ нКл, а максимальная сила тока в контуре $I_m=1,5$ А. Активным сопротивлением R контура пренебречь.

Ответ: а) $\lambda=62,8$ м; б) $\lambda=82,8$ м; в) $\lambda=22,8$ м; г) $\lambda=52,8$ м; д) $\lambda=32,8$ м.

81. Плоская монохроматическая электромагнитная волна распространяется вдоль оси x . Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0=5$ мВ/м, амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0=1$ мА/м. Определить энергию W , перенесенную волной за время $t=10$ мин через площадку, расположенную перпендикулярно оси x , площадью поверхности $S=15$ см². Период волны $T \ll t$.

Ответ: а) $W=0,45 \cdot 10^{-6}$ Дж; б) $W=45 \cdot 10^{-6}$ Дж; в) $W=2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $W=0,25 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $W=4,5 \cdot 10^{-6}$ Дж.

82. Определить энергию, которую, которую переносит за время $t=1$ мин плоская синусоидальная электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме, через площадку $S=10$ см², расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0=1$ мВ/м. Период волны $T \ll t$. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\mu_0=12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $W=4,1 \cdot 10^{-12}$ Дж; б) $W=91 \cdot 10^{-12}$ Дж; в) $W=710 \cdot 10^{-12}$ Дж; г) $W=81 \cdot 10^{-12}$ Дж; д) $W=31 \cdot 10^{-12}$ Дж.

83. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает перпендикулярно на поверхность тела, полностью ее поглощающего. Амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0=0,15$ А/м. Определить давление p , оказываемое волной на это тело.

Ответ: а) $p=0,54 \cdot 10^{-7}$ Па; б) $p=0,44 \cdot 10^{-7}$ Па; в) $p=0,34 \cdot 10^{-7}$ Па; г) $p=0,24 \cdot 10^{-7}$ Па; д) $p=0,14 \cdot 10^{-7}$ Па.

Практическое занятие № 7

Волновая оптика. Интерференция света.

84. 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: $2 \cdot 10^3$; $3 \cdot 10^3$

85. 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

86. 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.

87. 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.

88. 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: $1,72^\circ$

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

Ответ: 0,6π.

90. 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.

91. 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.

92. 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.

93. 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.

94. 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

95. 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.

96. 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.

97. 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.

98. 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 мкм.

99. 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.

100. 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: $10,3''$.

101. 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: 10^0 мкм.

102. 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.

103. 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

104. 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.

105. 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.

106. 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.

107. 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.

108. Диаметры d_i и d_k двух светлых колец Ньютона соответственно равны 4,0 и 4,8 мм. Порядковые номера колец не определя-

лись, 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.

109. 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.

110. 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: $n = (k+1)k = 1,33$.

111. 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.

112. 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.

Практическое занятие № 8

Дифракция света.

113. 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.

114. 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.

115. 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.

116. 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) $\varphi = 1,75^\circ$.

117. 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) $n = 13$

118. 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_ℓ такой системы для максимума третьего порядка. Ответ выразить в миллиметрах на нанометр.

Ответ: а) $\varphi=39^0$; б) $\varphi=43^0$; в) $\varphi=3,70^0$; г) $\varphi=40^0$; д) $\varphi=17,5^0$.

119. 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 $\varphi = 30^0$. При каком главном фокусном расстоянии F линзы линейная дисперсия $D_\ell=0,5$ мм/нм.

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

Практическое занятие № 9

Взаимодействие света с веществом.

120. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом $\varphi = 54^0$. Определить угол преломления γ пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

Ответ: а) $\varphi=39^0$; б) $\varphi=43^0$; в) $\varphi=36^0$; г) $\varphi=40^0$; д) $\varphi=17,5^0$.

121. Пучок естественного света падает на систему из $N = 6$ николей, плоскость пропускания каждого из которых повёрнута на угол $\varphi = 30^0$ 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) $k=0,25$.

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

Ответ: а) $\varphi=39^0$; б) $\varphi=43^0$; в) $\varphi=37^0$; г) $\varphi=40^0$; д) $\varphi=17,5^0$.

123. 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) $\alpha=61^012'$; б) $\alpha=45^0$; в) $\alpha=30^0$; г) $\alpha=54^0$; д) $\alpha=70^0$

124. Угол Брюстера i_b при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57^0 . Определить скорость света в этом кристалле.

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

125. 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) $\alpha=15^{\circ}10'$; б) $\alpha=45^{\circ}$; в) $\alpha=30^{\circ}$; г) $\alpha=54^{\circ}$; д) $\alpha=40^{\circ}$

126. 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

127. 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

128. В фотометре одновременно рассматривают две половины поля зрения: в одной видна эталонная светящаяся поверхность с яркостью $L_1 = 5$ ккд/м², 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) $L_2=23,6$ ккд/м²; б) $L_2=20$ ккд/м²; в) $L_2=15,5$ ккд/м²; г) $L_2=28$ ккд/м²; д) $L_2=18,6$ ккд/м²

129. Никотин (чистая жидкость), содержащийся в стеклянной трубке длиной $d=8$ см, поворачивает плоскость поляризации желтого света натрия на угол $\varphi=137^{\circ}$. Плотность никотина $\rho=1,01 \cdot 10^3$ кг/м³. Определить удельное вращение $[\alpha]$ никотина.

Ответ: 169 град·см³/(дм·г).

Практическое занятие № 10, 11

Квантовые свойства электромагнитного излучения.

Законы теплового излучения.

130. Определить температуру T , при которой энергетическая светимость M_e черного тела равна 10 кВт/м².

Ответ: 648 К

131. 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.

132. 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.

133. 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.

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

Ответ: 4%.

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

Ответ: В 1,19 раза.

136. 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.

137. 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.

138. Принимая коэффициент теплового излучения в угля при температуре $T=600$ К равным $0,8$, определить: 1) энергетическую светимость M_e угля; 2) энергию W , излучаемую с поверхности угля с площадью $S = 5$ см² за время $t=10$ мин.

Ответ: $R_e = a_T \sigma T^4 = 5,88$ кВт/м²; $W = R_e S = 1,76$ кДж.

139. С поверхности сажи площадью $S = 2$ см² при температуре $T=400$ К за время $t=5$ мин излучается энергия $W=83$ Дж. Определить коэффициент теплового излучения ϵ сажи.

Ответ: 0,953.

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

141. 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.

142. 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 $\epsilon = 0,25$.

Ответ: 866 К.

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

Ответ: 10,6 мкм.

144. 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.

145. 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

146. 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.

147. 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

148. 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.

149. 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 1063^0 С. Определить мощность P излучателя.

Ответ: 95,8 мВт.

150. 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.

151. 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

Фотоэффект. Давление света. Эффект Комптона.

152. 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

153. 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: $N = 9,05 \cdot 10^{19}$

154. На идеально отражающую поверхность площадью $S = 5$ см² 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) $E_e = 100$ Вт/м², 2) $p = 667$ нПа

155. 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: $p = 28,6$ мкПа

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

Ответ: $F = 3$ нН

157. 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: $U_0 = 0,91В$

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

Ответ: $n=0,80$

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

Ответ: $s = 1,03$ см

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

Ответ: $v_{\max} = 468$ км/с

161. 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: $T=0,2$ МэВ.

162. 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 МэВ.

Ответ: $\eta=50\%$.

163. Угол рассеяния θ фотона равен 90° . Угол отдачи ф электрона равен 30° . Определить энергию E падающего фотона.

Ответ: $E = 0,37$ МэВ.

Практическое занятие № 12

Гипотеза де Бройля. Соотношения неопределенностей.

164. 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.

165. 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.

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

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

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

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

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

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

169. 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) $6,6 \cdot 10^{-19}$

170. 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: $6,6 \cdot 10^{-8}$; 2) $1,5 \cdot 10^{-8}$; 3) $1,5 \cdot 10^{-10}$; 4) $6,6 \cdot 10^{-10}$.

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

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

172. 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) $\frac{1}{4}$

173. 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) $1/\sqrt{2}$

174. 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

175. 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) $6,6 \cdot 10^{-19}$

176. 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) $6,6 \cdot 10^{-10}$

177. 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.

178. 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) $1/\sqrt{2}$

179. 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

180. 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) $\frac{1}{4}$.

181. 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

182. 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 $4\sqrt{2}$

183. 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) $1,05 \cdot 10^{-27}$

184. 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) $\frac{1}{2}$ 3) 2 4) $\frac{1}{4}$

Практическое занятие № 13, 14

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

191. 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.

192. 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.

193. 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.

194. 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) $dP(x) = \Psi(x) \cdot dx$.

195. 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.

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

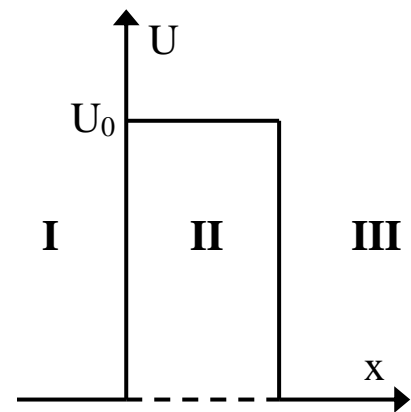


Рис. 1

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

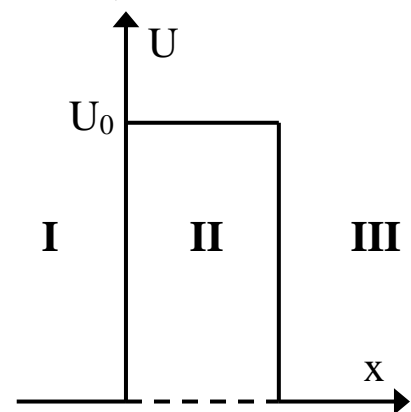


Рис. 2

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

198. 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 ...

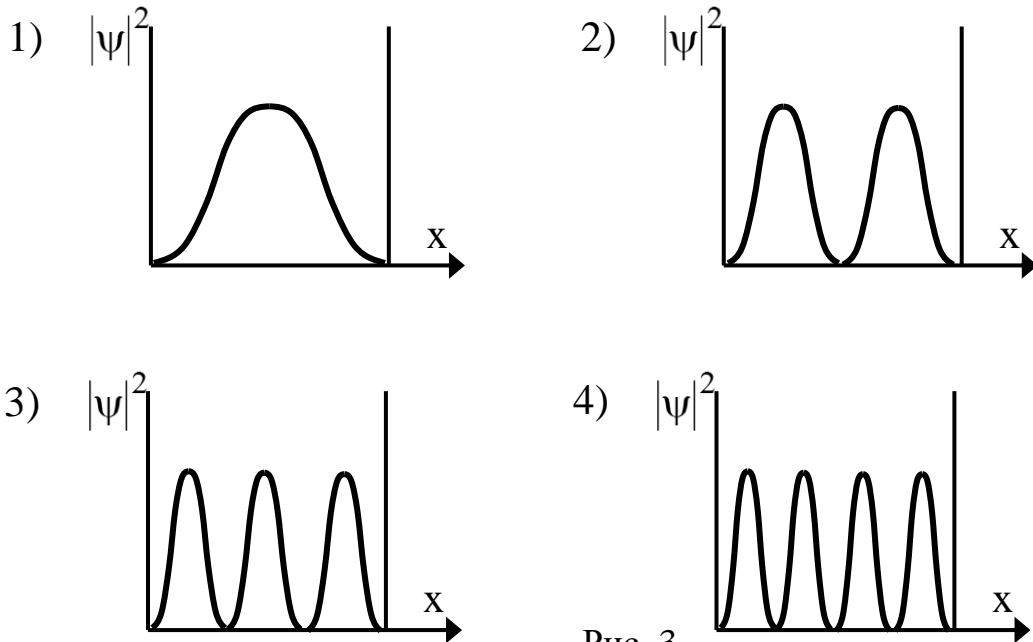


Рис. 3

Ответ: 1)1; 2)2; 3)3; 4)4.

199. 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 ...

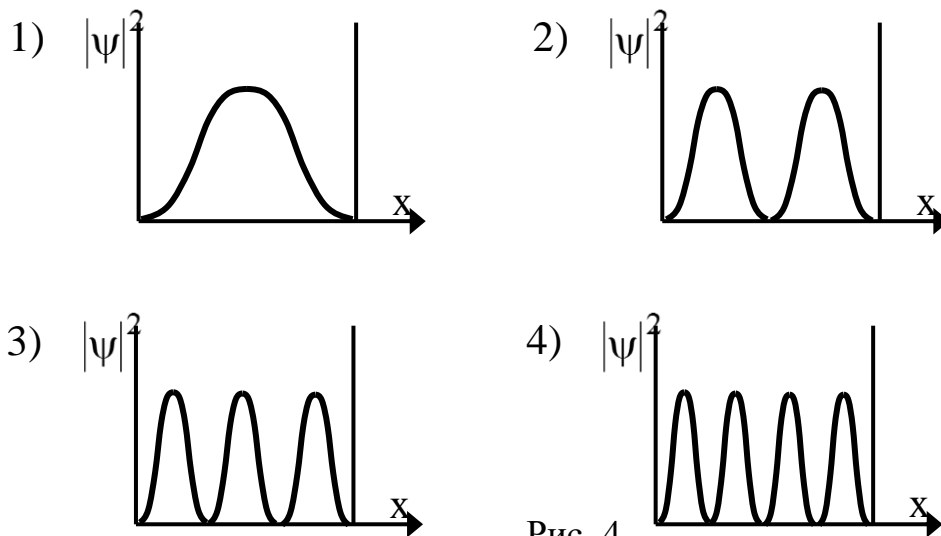


Рис. 4

Ответ: 1)1; 2)2; 3)3; 4)4.

200. 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 рис. 5,

то вероятность обнаружить 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) $\frac{5}{6}$.

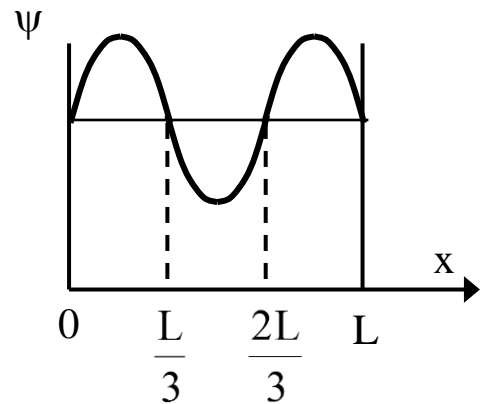


Рис. 5

201. 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 рис. 6,

то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{6} < x < L$ равна ...

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

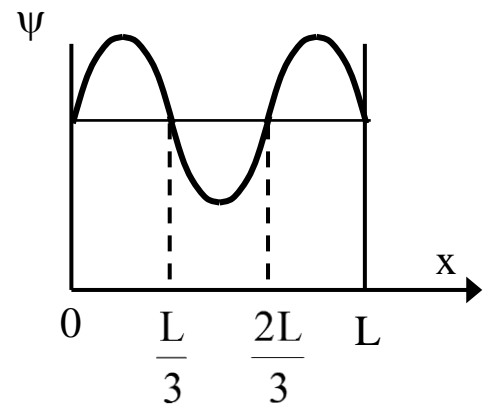


Рис. 6

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

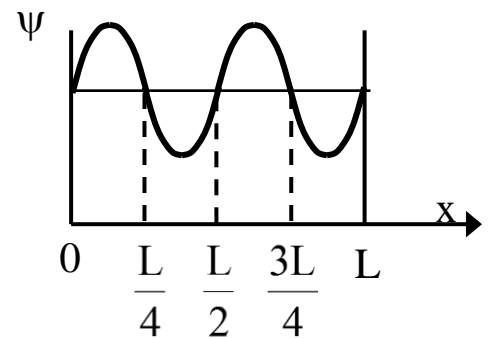


Рис. 7

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

где ω – плотность вероятности, определяемая ψ - функцией. Если ψ – функция имеет вид, указанный на рис. 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) $\frac{1}{2}$.

203. 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 рис. 8, то вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{5L}{8} < x < \frac{3L}{4}$ равна ...

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

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

Ответ: 1) 0; 2) 3/4; 3) 1/4; 4) 1/2.

205. На рис. 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 ...

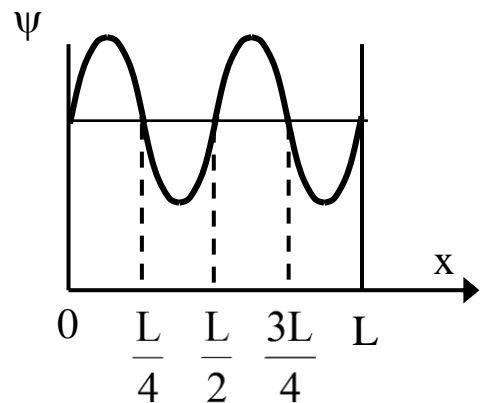


Рис. 8

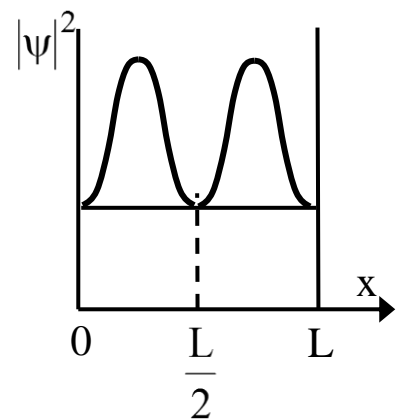


Рис. 9

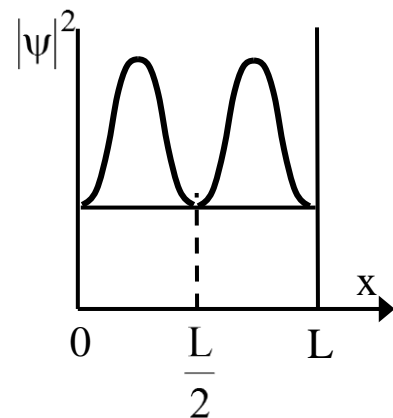


Рис. 10

Ответ: 1) $1/4$; 2) $3/4$; 3) 0 ; 4) $1/2$.

206. На рис. 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

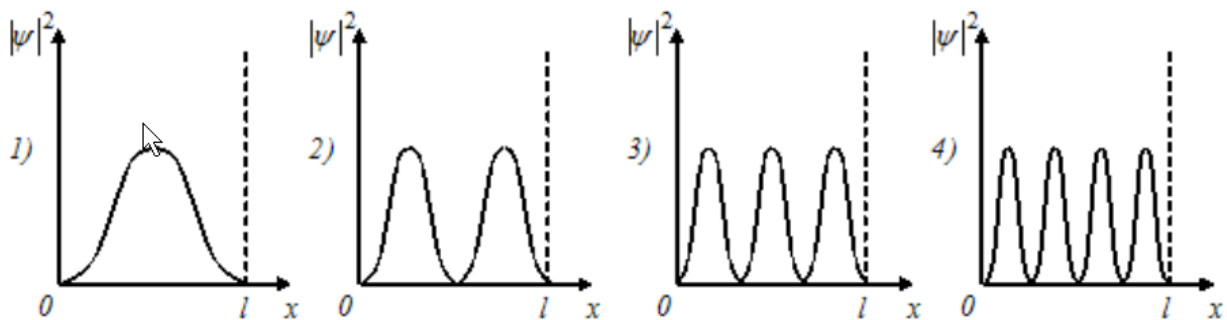


Рис. 11

Ответ: 1) $5/8$; 2) $3/8$; 3) $3/4$; 4) $7/8$.

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

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

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

Ответ: $0,0625$

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

Ответ: $0,2$; $6 \cdot 10^{-3}$

210. Ширина d прямоугольного потенциального барьера равна $0,2$ нм. Разность энергий $U - E = 1$ 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 № 15

Квантово-механическое описание атомов.

211. 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.

212. 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.

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

Ответ: 1) $1/2$; 2) 1; 3) $3/2$;

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

Ответ: 1) 10; 2) 8; 3) 28; 4) 6.

215. 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

216. 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

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

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

218. 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

219. Узкий пучок атомарного водорода пропускается в опыте Штерна и Герлаха через поперечное неоднородное ($\partial B/\partial z = 2$ 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

220. 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

221. 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

222. 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: $1,2 \mu_B$

Практическое занятие № 16

Элементы физики твердого тела.

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

Ответ: 3,44 ТГц

224. 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

225. 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

226. Определить максимальную частоту ω_{\max} собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура θ_D равна 180К.

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

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

Ответ: 4,83 %

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

Ответ: 2,91 МДж

229. 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 2см и внешняя температура $t = 20^\circ\text{C}$?

Ответ: 600 Вт

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

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

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

Ответ: 46 МПа

Практическое занятие № 17

Строение атомных ядер. Радиоактивность.

232. 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.*

233. 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.

234. При распаде радиоактивного полония ^{210}Po в течение времени $t=1\text{ч}$ образовался гелий ^4He , который при нормальных условиях занял объем $V=89,5\text{ см}^3$. Определить период полураспада $T_{1/2}$ полония.

Ответ: 1) 138 сут.; 2) 50 сут.; 3) 16 сут.; 4) 105 сут.

235. За время $t=1\text{сут}$ активность изотопа уменьшилась от $A_1=118\text{ ГБк}$ до $A_2=7,4\text{ ГБк}$. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого нуклида.

Ответ: 1) 6 ч.; 2) 2 ч.; 3) 4 ч.; 4) 0,5 ч.

236. 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.

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

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

238. 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.

239. 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

Практическое занятие № 18

Ядерные реакции.

240. Внутри атомного ядра произошло самопроизвольное превращение нейтрона в протон: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$. 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.

241. 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.

242. 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.

243. 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.

244. 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.

245. 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.

246. 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) ${}^8_3\text{Li}$.

247. 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.

248. 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) ${}^8_3\text{Li}$.

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

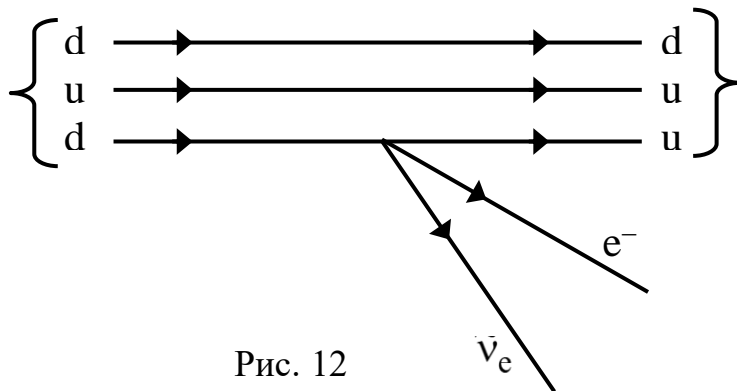


Рис. 12

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) $p \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$.

250. 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) $n \xrightarrow{\leftarrow} n + \pi^-$.

251. 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%.

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

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

253. В процессе сильного взаимодействия принимают участие...

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

254. В процессе сильного взаимодействия принимают участие...

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

255. Позитрон является античастицей по отношению к...

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

256. В гравитационном взаимодействии принимают участие...

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

257. 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. Никеров, В. А. Физика: современный курс / В. А. Никеров. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К , 2019. – 452 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573262> (дата обращения: 21.07.2021). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

5. Полунин, В. М. Физика. Электромагнитные явления : конспект лекций / В. М. Полунин, Г. Т. Сычѳв; Курск. гос. техн. ун-т. – Курск : КурскГТУ, 2005. - 199 с. – Текст : непосредственный.

6. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики : для студентов технических вузов / В. С. Волькенштейн. - СПб. : СпецЛит, 2002. - 327 с. - Текст : непосредственный.

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

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