

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЕ
СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ «ФИЗИКА»**

Омск – 2016

Методические указания разработаны в соответствии с ООПпо направлениям подготовки специалитета:

09.05.01 Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения

10.05.05 Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере

11.05.04 Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи

13.05.01 Тепло- и электрообеспечение специальных технических систем и объектов

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

20.05.01 Пожарная безопасность

23.05.02 Транспортные средства специального назначения

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Руководство по СРС и выполнению индивидуального домашнего задания. Требования к оформлению индивидуального задания

Индивидуальное задание решается в соответствии с номером варианта.

Вариант выполнения индивидуального задания каждого семестра определяется по порядковому номеру в списке группы (для студентов очной формы обучения) или по двум последним цифрам номера зачетной книжки (для студентов заочной и очно-заочной формы обучения). Если номер зачетной книжки больше 30, то номер варианта определяется вычитанием из последних цифр номера зачетной книжки числа 30. Вычитать необходимо до тех пор, пока не получится номер варианта, меньший или равный 30. Например, при номере зачетной книжки, заканчивающемся на 78, следует решать задачи 18 варианта.

Индивидуальное задание оформляется в обычной тетради (в клетку) или на листах форматом А4 (с одной стороны листа).

На титульном листе указываются:

- полное наименование образовательного учреждения и соответствующей кафедры;
- тема домашнего задания;
- ФИО студента, номер группы и факультет (институт);
- номер варианта;
- ФИО преподавателя.

Образец оформления титульного листа приведен в Приложении 1.

Порядок оформления решения задач

1. После полного текста задания кратко оформить условие задачи: ввести обозначения всех величин, которые будут использованы в процессе решения задачи, и их числовые значения. Числовые значения, исключая те случаи, когда определяются безразмерные отношения, следует тут же перевести в систему СИ, проставляя рядом соответствующее наименование. В краткой записи условия следует также выписать все искомые величины (или отношения величин) со знаком вопроса.

2. Указать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи. Разъяснить смысл буквенных обозначений, входящих в исходную формулу. Если такая формула является частным случаем фундаментального закона, то ее необходимо вывести из этого закона, используя граничные условия.

3. Сделать чертеж или график, поясняющий содержание задачи (в тех случаях, когда это возможно). Выполнить его надо аккуратно, подобрав оптимальный размер. Рисунок может быть выполнен на компьютере или при помощи карандаша, циркуля, линейки. На чертеже или графике должны быть нанесены обозначения всех

буквенных величин, которые используются в расчетных формулах и могут быть пояснены чертежом.

4. Каждый этап решения задачи сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.

5. Произвести расчеты, записать в ответе числовое значение и сокращенное наименование единиц измерения искомой величины.

6. При подстановке в рабочую формулу, а также при выражении ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на десять в соответствующей степени. Например, вместо 3520 надо записать $3,52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1,29 \cdot 10^{-3}$ и т.д. Рекомендуемая запись числовых значений облегчает расчетные действия с ними, является более компактной и наглядной.

Образец оформления решения задач индивидуального задания приведен в Приложении 2.

Содержание дисциплины «Физика» и сборник индивидуальных заданий

1 семестр

Модуль 1. Физические основы механики

Кинематика. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.

Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения. Третий закон Ньютона. Закон сохранения импульса.

Динамика вращательного движения твердого тела. Момент инерции. Вычисление моментов инерции тел. Теорема Штейнера. Момент импульса. Момент силы. Основной закон динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.

Работа и механическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил.

Релятивистская механика. Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Следствия из преобразований Лоренца. Пространственно –

временной интервал и его инвариантность. Релятивистские импульс и масса. Взаимосвязь массы и энергии. Закон сохранения массы и энергии.

Модуль 2. Молекулярная, статистическая физика и термодинамика

Исходные понятия и определения термодинамики и молекулярной физики. Динамические и статистические закономерности. Термодинамический и статистический методы. Макроскопическое состояние. Термодинамические параметры и процессы. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия системы. Работа и теплота. Первое начало термодинамики. Графическое изображение термодинамических процессов и работы. Теплоемкость вещества. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеальных газов. Адиабатный и политропный процессы идеального газа.

Функции распределения. Микроскопические параметры. Вероятность и флуктуации. Закон распределения молекул по скоростям. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.

Явления переноса. Столкновения и длина свободного пробега молекул газа. Явления переноса в термодинамических неравновесных системах. Основные уравнения и коэффициенты явлений переноса. Молекулярно-кинетическая трактовка явлений переноса.

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно. Энтропия. Термодинамическая диаграмма T-S и ее применение. Второе начало термодинамики. Статистическое истолкование второго закона термодинамики. Флуктуации. Третье начало термодинамики.

Реальные газы. Силы межмолекулярного взаимодействия в газах. Уравнения Ван-дер-Ваальса. Изотермы реальных газов. Понятие о фазовых переходах I и II рода. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона.

Таблица 1

Варианты индивидуальных заданий 1 семестра

№ варианта	Номера задач									
1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96

7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	1	12	23	34	45	56	67	78	89	100
12	2	13	24	35	46	57	68	79	90	91
13	3	14	25	36	47	58	69	80	81	92
14	4	15	26	37	48	59	70	71	82	93
15	5	16	27	38	49	60	61	72	83	94
16	6	17	28	39	50	51	62	73	84	95
17	7	18	29	40	41	52	63	74	85	96
18	8	19	30	31	42	53	64	75	86	97
19	9	20	21	32	43	54	65	76	87	98
20	10	11	22	33	44	55	66	77	88	99
21	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91
22	9	18	27	36	45	54	63	72	81	100
23	8	17	26	35	44	53	62	71	90	99
24	7	16	25	34	43	52	61	80	89	98
25	6	15	24	33	42	51	70	79	88	97
26	5	14	23	32	41	60	69	78	87	96
27	4	13	22	31	50	59	68	77	86	95
28	3	12	21	40	49	58	67	76	85	94
29	2	11	30	39	48	57	66	75	84	93
30	1	20	29	38	47	56	65	74	83	92

Индивидуальное задание 1 семестра
Механика, молекулярная физика и термодинамика

1. Два корабля движутся из одной точки под углом 60° друг к другу со скоростями $v_1=10$ м/с и $v_2=15$ м/с. Найти относительную скорость кораблей.

2. Определить скорость моторной лодки относительно воды, если при движении по течению реки её скорость 10 м/с, а при движении против течения – 6,0 м/с. Чему равна скорость течения воды в реке?

3. Движение материальной точки задано уравнением $x=at+bt^2+ct^3$, где $a=5$ м/с, $b=0,2$ м/с², $c=0,1$ м/с³. Определить скорость точки в момент времени $t_1=2$ с, $t_2=4$ с, а также среднюю скорость в интервале времени от t_1 до t_2 .

4. Проекция скорости материальной точки на ось x , вдоль которой она движется, определяется уравнением $v_x = 0,2 - 0,1t$ (м/с). Найти координату точки в момент времени $t = 10$ с, если в начальный момент времени она находилась в точке $x_0 = 1$ м.

5. Точка прошла половину пути со скоростью 10 км/ч. Оставшуюся часть пути она половину времени двигалась со скоростью 18 км/ч, а последний участок – со скоростью 25,2 км/ч. Найти среднюю скорость движения точки.

6. Определить зависимость угловой скорости и углового ускорения от времени для твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси z по закону $\varphi = at - bt^2$, где $a = 20$ рад/с, $b = 1$ рад/с². Каков характер движения этого тела?

7. Колесо радиусом $R = 10$ см вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 3,14$ рад/с². Найти для точек на ободе колеса к концу первой секунды после начала движения: 1) угловую скорость; 2) линейную скорость; 3) тангенциальное ускорение; 4) нормальное ускорение; 5) полное ускорение.

8. Твёрдое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi = 6,0 t - 2,0 t^3$. Найти средние значения угловой скорости и углового ускорения за промежуток времени от $t = 0$ до остановки.

9. Велосипедное колесо вращается с частотой $\nu = 5$ об/с. Под действием сил трения оно остановилось через $\Delta t = 1$ мин. Определить угловое ускорение и число оборотов, которое сделало колесо за это время.

10. Точка движется по окружности радиусом 2 м согласно уравнению $S = 2t^3$. В какой момент времени нормальное ускорение точки будет равно тангенциальному? Чему будет равно полное ускорение точки в этот момент времени?

11. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом $R = 5$ см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой $m = 0,4$ кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь $s = 1,8$ м за время $t = 3$ с. Найти момент инерции маховика. Массой шкива пренебречь.

12. Однородный диск радиусом 0,2 м и массой 5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно к его плоскости. Зависимость угловой скорости вращения диска от времени даётся уравнением $\omega = A + 8 t$, где $A = \text{const}$. Найти касательную силу, приложенную в ободу диска. Трением пренебречь.

13. Маховое колесо, момент инерции которого 245 кг·м², вращается с частотой 20 об / с. Через 1 минуту после того, как на колесо перестал действовать момент сил, оно остановилось. Найти момент сил трения и число оборотов, которое сделало колесо до полной остановки после прекращения действия сил. Колесо считать однородным диском.

14. Однородный стержень длиной 1 м и весом 0,5 Н вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. С каким угловым ускорением вращается стержень, если вращающий момент равен $9,8 \cdot 10^{-2}$ Н·м?

15. Через блок, имеющий форму диска, перекинут шнур. К концам шнура привязаны грузики массой $m_1 = 100$ г и $m_2 = 110$ г. С каким ускорением будут двигаться грузики, если масса блока равна $m = 400$ г?

16. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол

$\alpha=45^\circ$. Зависимость пройденного телом пути S от времени t задана уравнением $S=Ct^2$, где $C=1,73 \text{ м/с}^2$. Найти коэффициент трения k тела о плоскость.

17. Два тела массами $m_1=1 \text{ кг}$ и $m_2=2 \text{ кг}$ связаны нитью и движутся прямолинейно по горизонтальной поверхности под действием силы $F = 10 \text{ Н}$, направленной горизонтально и приложенной к телу m_1 . Найти силу натяжения нити, связывающей тела, если коэффициент трения между каждым телом и горизонтальной поверхностью равен $\mu=0,5$.

18. Автомобиль массой $m=5 \text{ т}$ движется со скоростью $v=10 \text{ м/с}$ по выпуклому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус кривизны моста $R=50 \text{ м}$.

19. К пружинным весам подвешен блок. Через блок перекинули шнур, к концам которого привязали грузы массой $1,5 \text{ кг}$ и 3 кг . Каково будет показание весов во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

20. Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью $v_0=20 \text{ м/с}$, остановилась через 40 с . Найти коэффициент трения шайбы о лед.

21. Под действием постоянной силы вагонетка прошла путь 5 м и приобрела скорость 2 м/с . Определить работу этой силы, если масса вагонетки 400 кг и коэффициент трения равен $0,01$.

22. Найти работу, которую надо совершить, чтобы увеличить скорость движения тела от 2 м/с до 6 м/с на пути в 10 м . На всём пути действует постоянная сила трения, равная 2 Н . Масса тела равна 1 кг .

23. Автомобиль массой $m= 1,0 \text{ т}$ трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит путь $s= 50 \text{ м}$ за время $t= 5 \text{ с}$. Найти среднюю и максимальную мощности двигателя при разгоне. Силами сопротивления пренебречь.

24. Шар массой 1 кг , катящийся без скольжения, ударяется о стенку, откатывается от неё. Скорость шара до удара 10 см/с , после удара 8 см/с . Найти количество механической энергии, перешедшей во внутреннюю при ударе.

25. Диск массой 1 кг и диаметром $0,6 \text{ м}$ вращается вокруг оси, проходящей через центр перпендикулярно его плоскости, делая 20 об/с . Какую работу надо совершить, чтобы остановить диск ?

26. Человек стоит на горизонтальном диске, способном вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, и ловит рукой мяч массой $m=0,4 \text{ кг}$, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $v = 20 \text{ м/с}$. Траектория мяча проходит на расстоянии $r = 0,8 \text{ м}$ от оси вращения. С какой угловой скоростью начнет вращаться диск с человеком? Считать, что суммарный момент инерции человека и диска $J = 6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

27. Какую работу совершит человек, если он от края вращающейся платформы перейдет в её центр? Масса платформы 100 кг , масса человека 80 кг , первоначальная частота вращения 10 об/мин , радиус платформы 2 м .

28. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска, вращается по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек,

масса которого в три раза меньше массы платформы. Определите, как и во сколько раз изменится угловая скорость вращения платформы, если человек перейдет в центр платформы.

29. Маховое колесо начинает вращаться с угловым ускорением $0,5 \text{ рад/с}^2$ и через 15 с после начала движения приобретает момент импульса $73,5 \text{ (кг}\cdot\text{м}^2\text{)/с}$. Найти кинетическую энергию колеса через 20 с после начала движения.

30. Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью $7,2 \text{ км/ч}$. На какое расстояние может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии? Уклон горки равен 10 м на каждые 100 м пути.

31. Человек массой 60 кг, бегущий со скоростью 8 км/ч , догоняет тележку массой 80 кг, движущуюся со скоростью $2,9 \text{ км/ч}$, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка?

32. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с . Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен $0,02$.

33. Тело массой 2 кг движется навстречу второму телу массой $1,5 \text{ кг}$ и неупруго сталкивается с ним. Скорости тел перед столкновением 1 м/с и 2 м/с соответственно. Сколько времени будут двигаться эти тела после столкновения, если коэффициент трения равен $0,1$?

34. Шарик массой 200 г ударился о стенку со скоростью 10 м/с и отскочил от неё с такой же по модулю скоростью. Определить импульс, полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом 30° к плоскости стенки.

35. Два шарика массами 2 и 4 кг движутся со скоростями 5 м/с и 7 м/с соответственно. Определить скорость шаров после прямого неупругого удара, если большой шар догоняет меньший.

36. Абсолютно упругий шар массой $1,8 \text{ кг}$ сталкивается с покоящимся упругим шаром большей массы. В результате центрального прямого удара шар потерял 36 % своей кинетической энергии. Определить массу большего шара.

37. Шар массой $m_1 = 4 \text{ кг}$ движется со скоростью $v_1 = 5 \text{ м/с}$ навстречу шару массой $m_2 = 1 \text{ кг}$. После центрального неупругого удара общая скорость шаров оказалась $v = 3 \text{ м/с}$. Определить начальную скорость второго шара и изменение внутренней энергии шаров.

38. На невесомом стержне длиной l подвешен шар массой m_1 . В шар попадает горизонтально летящая пуля и застревает в нем. Масса пули m_2 . С какой минимальной скоростью должна лететь пуля, чтобы шар мог сделать полный оборот вокруг точки подвеса? Крепление в точке подвеса шарнирное.

39. Человек массой 80 кг, бегущий со скоростью 8 км/ч навстречу тележке массой 60 кг, движущейся со скоростью $2,9 \text{ км/ч}$, вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка?

40. Тело массой 1 кг, скользящее по гладкой поверхности, ударяется по нормали

о стенку и отскакивает от неё. Скорость тела до удара 10 см/с , после удара 8 см/с . Найти силу, действовавшую на тело во время удара.

41. Найти скорость электрона, релятивистский импульс которого равен $1,58 \cdot 10^{22} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

42. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от $0,6c$ до $0,8c$, где c – скорость света в вакууме?

43. Определить интервал ΔS , разделяющий два события с координатами $x_1 = 5 \text{ м}$; $y_1 = 0$; $z_1 = 0$; $t_1 = 1 \text{ нс}$ и $x_2 = 4 \text{ м}$; $y_2 = 0$; $z_2 = 0$; $t_2 = 4 \text{ нс}$. Могут ли эти события быть причинно связаны друг с другом?

44. Частица движется со скоростью $v=0,5c$, где c – скорость света в вакууме. Во сколько раз масса частицы больше ее массы покоя?

45. При какой скорости частицы v ее кинетическая энергия равна энергии покоя?

46. При какой скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25% ?

47. Мезон движется со скоростью $0,96c$, где c – скорость света в вакууме. Какой промежуток времени по часам наблюдателя соответствует одной секунде “собственного” времени мезона?

48. С какой скоростью движется частица, если ее масса в 4 раза больше массы покоя?

49. Определить скорость тела, при которой его масса возрастает в 2 раза.

50. Найти относительную скорость движения двух частиц, движущихся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,9c$, где c – скорость света в вакууме.

51. Определить отношение давления воздуха на высоте 1 км к давлению на дне скважины глубиной 1 км . Воздух у поверхности Земли находится при нормальных условиях, и его температура не зависит от высоты.

52. Насколько уменьшится атмосферное давление $p=100 \text{ кПа}$ при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту $h=100 \text{ м}$? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.

53. Во сколько раз концентрация молекул кислорода на вершине Эльбруса ($h = 5555 \text{ м}$) меньше, чем на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной 273 К .

54. На какой высоте плотность воздуха составляет 50% от плотности его на уровне моря. Температуру считать постоянной и равной $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

55. Определить высоту горы, если давление на ее вершине равно половине давления на уровне моря. Температура всюду одинакова и равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

56. Водород находится при температуре $T=273 \text{ К}$. Найти относительное число молекул водорода, скорости которых лежат в интервале от v_B до $v_B \pm \Delta v$, где $\Delta v=1 \text{ м/с}$, v_B – наиболее вероятная скорость.

57. Определить относительное число молекул азота, скорости которых заключены в пределах от $\langle v \rangle$ до $\langle v \rangle + \Delta v$, где $\Delta v = 2$ м/с, $\langle v \rangle$ - средняя скорость молекул.

58. Определить температуру кислорода, для которой функция распределения молекул по скоростям будет иметь максимум при скорости $v=420$ м/с.

59. Определить температуру водорода, при которой средняя квадратичная скорость молекул больше их наиболее вероятной скорости на $\Delta v=400$ м/с.

60. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул водорода больше средней квадратичной скорости молекул водяных паров при той же температуре?

61. Какой объем занимает смесь газов – азота массой $m_1=1$ кг и гелия массой $m_2=1$ кг – при нормальных условиях?

62. Газ при температуре $T=309$ К и давлении $p=0,7$ МПа имеет плотность $\rho=12$ кг/м³. Определить молярную массу газа.

63. В баллоне объемом $V=25$ л находится водород при температуре $T=290$ К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p=0,4$ МПа. Определить массу израсходованного водорода.

64. Баллон объемом $V=30$ л содержит смесь водорода и гелия при температуре $T=300$ К и давлении $p=828$ кПа. Масса смеси равна 24 г. Определить массу водорода и гелия.

65. В баллонах объемом $V_1=20$ л и $V_2=44$ л содержится газ. Давление в первом баллоне $p_1=2,4$ МПа, во втором $p_2=1,6$ МПа. Определить общее давление p и парциальные p_1 и p_2 после соединения баллонов, если температура газа осталась прежней.

66. Баллон объемом 12 л содержит углекислый газ. Давление газа равно 1 МПа, температура равна 300 К. Определить массу газа в баллоне.

67. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью $V=30$ л при температуре $T=300$ К и давлении $p=5$ МПа?

68. Давление газа равно 0,1 МПа, концентрация его молекул равна $2 \cdot 10^{25}$ м⁻³. Определить: 1) температуру газа; 2) среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул.

69. В колбе вместимостью $V=240$ см³ находится газ при температуре $T=290$ К и давлении 50 кПа. Определить количество вещества газа ν и число его молекул N .

70. 12 г газа занимают объем $V=4 \cdot 10^{-3}$ м³ при температуре 7 °С. После нагревания газа при постоянном давлении его плотность $\rho=1 \cdot 10^{-3}$ г/см³. До какой температуры нагрели газ?

71. Найти среднюю длину свободного пробега $\langle \lambda \rangle$ молекул водорода при давлении $p=0,1$ Па и температуре $T=100$ К. Эффективный диаметр молекулы водорода равен 0,28 нм.

72. При каком давлении средняя длина свободного пробега $\langle \lambda \rangle$ молекул водорода равна 1 см, если температура газа равна 300 К? Эффективный диаметр молекулы водорода равен 0,28 нм.

73. Баллон вместимостью $V=10$ л содержит водород массой 1 г. Определить среднюю длину свободного пробега молекул $\langle \lambda \rangle$. Эффективный диаметр молекулы водорода равен 0,28 нм.

74. При температуре 300 К и некотором давлении средняя длина свободного пробега молекул кислорода равна 0,1 мкм. Чему равно среднее число столкновений, испытываемых молекулой за 1 с, если сосуд откачать до 0,1 первоначального давления? Температуру газа считать постоянной. Эффективный диаметр молекулы кислорода равен 0,36 нм.

75. Найти среднее число $\langle z \rangle$ столкновений, испытываемых в течение 1с молекулой кислорода при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы кислорода равен 0,36 нм.

76. Средняя длина свободного пробега молекул водорода при нормальных условиях составляет 0,1 мкм. Определить среднюю длину их свободного пробега при давлении 0,1 МПа, если температура газа остается постоянной.

77. Углекислый газ и азот находятся при одинаковых температуре и давлении. Найти для этих газов отношение коэффициентов диффузии, считая эффективные диаметры молекул газов равными.

78. Найти коэффициент теплопроводности водорода, вязкость которого $\eta=8,6$ мкПа·с.

79. Найти коэффициент теплопроводности азота при температуре 10 °С и давлении 0,1 МПа. Эффективный диаметр молекулы принять равным 0,3 нм.

80. Коэффициент диффузии кислорода при температуре $t=0^{\circ}\text{C}$ равен $D = 0,19$ см²/с. Определить среднюю длину свободного пробега молекул газа.

81. Каковы удельные теплоемкости c_v и c_p смеси газов, содержащей кислород массой $m_1=10$ г и углекислый газ массой $m_2=20$ г?

82. Определить удельную теплоемкость c_p смеси кислорода и гелия, если количество вещества первого компонента равно 2 молям, а количество вещества второго – 4 молям.

83. Разность удельных теплоемкостей ($c_p - c_v$) некоторого двухатомного газа равна $260 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Найти молярную массу μ газа и его удельные теплоемкости c_v и c_p .

84. Определить показатель адиабаты для смеси гелия и водорода. Количество вещества для каждого газа равно 1 моль.

85. Вычислить отношение молярных теплоемкостей C_p/C_v для смеси 3 молей аргона и 5 молей кислорода.

86. Водород занимает объем $V_1=10$ м³ при давлении $p_1=100$ кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления $p_2=300$ кПа. Определить: 1) изменение внутренней энергии газа; 2) работу A , совершаемую газом; 3) количество теплоты Q , сообщенное газу.

87. Азот нагревается при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты $Q=21$ кДж. Определить работу A , которую совершил при этом газ, и изменение его внутренней энергии ΔU .

88. Какая работа A совершается при изотермическом расширении водорода массой $m=5$ г, взятого при температуре 290 К, если объем увеличивается в три раза?

89. 1 кг азота, находящегося при температуре 30°C и давлении 1,5 атм, расширяется адиабатически и давление при этом падает до 1 атм. Найти: 1) конечную температуру; 2) работу, совершенную газом при расширении.

90. Некоторая масса газа, занимающего объем $V_1=0,01$ м³, находится при давлении $P_1=0,1$ МПа и температуре $T_1=300$ К. Газ нагревается вначале при постоянном объеме до температуры $T_2=320$ К, а затем при постоянном давлении до температуры $T_3=350$ К. Найти работу, совершаемую газом при переходе из состояния 1 в состояние 3.

91. Кислород массой $m=2$ кг увеличил свой объем в 5 раз один раз изотермически, другой – адиабатически. Найти изменение энтропии в каждом из указанных процессов.

92. Водород массой $m=100$ г был изобарически нагрет так, что его объем увеличился в 3 раза, затем водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение энтропии в ходе указанных процессов.

93. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема в 10 л при температуре 80°C к объему в 40 л при температуре 300°C .

94. Найти приращение энтропии ΔS при расширении 2 г водорода от объема 1,5 л до объема 4,5 л, если процесс расширения происходит при постоянном давлении.

95. При нагревании 1 кмоль двухатомного газа его абсолютная температура увеличивается в 1,5 раза. Найти изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорически; 2) изобарически.

96. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя $T_1=470$ К, температура охладителя $T_2=280$ К. При изотермическом расширении газ совершает работу $A=100$ Дж. Определить к.п.д. цикла и количество теплоты Q_2 , отданное охладителю при изотермическом сжатии.

97. В результате кругового процесса газ совершил работу $A=1$ Дж и передал охладителю количество теплоты $Q_2=4,2$ Дж. Определить КПД цикла.

98. Идеальный газ совершает цикл Карно. Получив от нагревателя количество теплоты $Q_1=4,2$ кДж, совершил работу $A=590$ Дж. Найти КПД цикла. Во сколько раз температура T_1 нагревателя больше температуры T_2 охладителя?

99. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в 4 раза выше абсолютной температуры охладителя. Какую долю теплоты, полученной за цикл от нагревателя, газ отдает охладителю.

100. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Определить КПД цикла, если известно, что за один цикл была произведена работа, равная 3000 Дж, и холодильнику было передано $13,4 \cdot 10^3$ Дж.

2 семестр

Модуль 3. Электричество и магнетизм

Электростатическое поле и его характеристики. Электрический заряд и его дискретность. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Потенциал и его связь с напряженностью поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электростатических полей в вакууме

Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость уединенного проводника. Взаимная емкость проводников. Конденсаторы. Электроемкость конденсатора.

Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Поляризация диэлектриков. Деформационная и ориентационная поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость среды. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

Энергия электростатического поля. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Объемная плотность энергии электростатического поля.

Постоянный электрический ток. Законы постоянного тока. Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

Классическая электронная теория электропроводности металлов. Электропроводность металлов. Основы классической электронной теории электропроводности металлов. Электронные теплоемкость и теплопроводность. Недостатки классической теории электропроводности металлов.

Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Классификация магнетиков. Магнитная проницаемость. Напряженность магнитного поля. Условия для магнитного поля на границе раздела магнетиков.

Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Взаимная индукция. Самоиндукция. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Система уравнений максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

Таблица 2

Варианты индивидуальных заданий 2 семестра

№ варианта	Номера задач									
	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	1	12	23	34	45	56	67	78	89	100
12	2	13	24	35	46	57	68	79	90	91
13	3	14	25	36	47	58	69	80	92	81
14	4	15	26	37	48	59	70	93	82	71
15	5	16	27	38	49	60	94	83	72	61
16	6	17	28	39	50	95	84	73	62	51
17	7	18	29	40	96	85	74	63	52	41
18	8	19	30	97	86	75	64	53	42	31
19	9	20	98	87	76	65	54	43	32	21
20	10	99	88	77	66	55	44	33	22	11
21	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91
22	9	18	27	36	45	54	63	72	81	100
23	8	17	26	35	44	53	62	71	90	99
24	7	16	25	34	43	52	61	80	89	98
25	6	15	24	33	42	51	70	79	88	97
26	5	14	23	32	41	60	69	78	87	96
27	4	13	22	31	50	59	68	77	86	95
28	3	12	21	40	49	58	67	76	85	94
29	2	11	30	39	48	57	66	75	84	93
30	1	20	29	38	47	56	65	74	83	92

Индивидуальные задания 2 семестра

Электростатика и постоянный ток. Магнетизм

1. На расстоянии 8 см друг от друга в воздухе находятся два заряда по 1 нКл. Определить напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от зарядов.

2. Заряды по 1 нКл помещены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,2 м. Равнодействующая сил, действующих на четвертый заряд, помещенный на середине одной из сторон треугольника, равна 0,6 мкН. Определить этот заряд, напряженность и потенциал поля в точке его расположения.

3. На расстоянии 8 см друг от друга в воздухе находятся два разноименных заряда по 1 нКл. Определить напряженность и потенциал поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от зарядов.

4. Два шарика массой по 0,2 г подвешены в общей точке на нитях длиной 0,5 м. Шарикам сообщили заряд и нити разошлись на угол 90° . Определить напряженность и потенциал поля в точке подвеса шарика.

5. Два одинаковых заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстоянии 0,06 м от одного и 0,08 м от другого заряда, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и величины зарядов.

6. Два разноименных и одинаковых по величине заряда находятся в воздухе на расстоянии 0,1 м друг от друга. Напряженность поля в точке, удаленной на расстоянии 0,06 м от одного и 0,08 м от другого заряда, равна 10 кВ/м. Определить потенциал поля в этой точке и величины зарядов.

7. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1=40$ нКл и $q_2=10$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1=12$ см и от второго на $r_2=6$ см.

8. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1=40$ нКл и $q_2=-10$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность и потенциал поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1=12$ см и от второго на $r_2=6$ см.

9. Два одноименных заряда $q_1=0,27$ мкКл и $q_2=0,17$ мкКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определить: 1) в какой точке напряженность поля равна нулю?

2) потенциал поля в этой точке;

3) построить графики качественных зависимостей $E_x(x)$ и $\varphi(x)$, где x – ось, проходящая по линии, соединяющей заряды.

10. Два заряда $q_1=0,27$ мкКл и $q_2=-0,17$ мкКл находятся на расстоянии 20 см друг от друга. Определить:

1) в какой точке потенциал поля равен нулю?

2) напряженность поля в этой точке;

3) построить графики качественных зависимостей $E_x(x)$ и $\varphi(x)$, где x – ось, проходящая по линии, соединяющей заряды.

11. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов -2 и 4 нКл/м². Определить: а) напряженность поля: между плоскостями и вне плоскостей. Построить график изменения E_x напряженности поля вдоль оси x , перпендикулярной плоскостям; б) вычислить разность потенциалов между плоскостями

12. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов 2 и 4 нКл/м². Определить: а) напряженность поля: между плоскостями и вне плоскостей. Построить график изменения E_x напряженности поля вдоль оси x , перпендикулярной плоскостям;

б) вычислить разность потенциалов между плоскостями

13. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = 2$ нКл и $q_2 = -1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

14. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = -2$ нКл и $q_2 = 1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

15. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $q_1 = 2$ нКл и $q_2 = 1$ нКл. Определите напряженность и потенциал электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см; 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

16. В центре тонкостенной металлической оболочки радиусом $R = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 5$ см, 2) $r_2 = (R)$, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

17. В центре тонкостенной металлической оболочки радиусом $R = 10$ см, несущей заряд $q = -10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 5$ см, 2) $r_2 = (R)$, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

18. В центре толстостенной металлической оболочки радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = 5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см,

2) $r_2 = 7$ см, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

19. В центре толстостенной металлической оболочки радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см, несущей заряд $q = 10$ нКл, находится точечный заряд $q_0 = -5$ нКл. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см, 2) $r_2 = 7$ см, 3) $r_3 = 15$ см от центра. Построить графики качественных зависимостей $E_r(r)$ и $\varphi(r)$.

20. Металлический шар радиусом $R = 5$ см, несущий заряд $q = 5$ нКл, окружен толстостенным металлическим шаром с внутренним радиусом $R_1 = 7$ см и наружным - $R_2 = 9$ см. Заряд внешнего шара равен нулю. Найти напряженность и потенциал электростатического поля на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см, 2) $r_2 = 6$ см, 3) $r_3 = 8$ см, 4) $r_4 = 10$ см от центра шаров. Построить графики качественных зависимостей $E(r)$ и $\varphi(r)$.

21. В поле бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда 10 мкКл/м² перемещается заряд из точки, находящейся на расстоянии $0,1$ м от плоскости, в точку на расстоянии $0,5$ м от нее. Определить заряд, если при этом совершается работа внешними силами 1 мДж.

22. Какую работу нужно совершить, чтобы заряды 1 нКл и 2 нКл, находившиеся на расстоянии $0,5$ м, сблизилась до $0,1$ м?

23. Заряд 1 нКл переносится из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $0,1$ м от поверхности металлической сферы радиусом $0,1$ м, заряженной с поверхностной плотностью

10^{-5} Кл/м². Определить работу перемещения заряда.

24. Заряд 1 нКл притянулся к бесконечной плоскости, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $0,2$ мкКл/м². На каком расстоянии от плоскости находился заряд, если работа сил поля по его перемещению равна 1 мкДж?

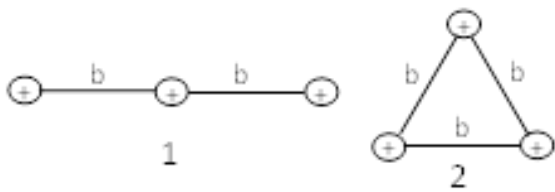
25. Какую работу совершают силы поля, если одноименные заряды 1 нКл и 2 нКл, находившиеся на расстоянии 1 см, разошлись до расстояния 10 см?

26. Заряд -1 нКл переместился в поле точечного заряда $+1,5$ нКл из точки с потенциалом

100 В в точку с потенциалом 600 В. Определить работу сил поля и минимальное расстояние между этими точками.

27. Заряд 1 нКл находится на расстоянии $0,2$ м от бесконечно длинной равномерно заряженной нити. Под действием поля нити заряд перемещается на $0,1$ м. Определить линейную плотность заряда нити, если работа сил поля равна $0,1$ мкДж.

28. Тонкий очень длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 10$ мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца находится точечный заряд $q = 10$ нКл. Найти работу сил электростатического поля при перемещении заряда q вдоль оси стержня до расстояния $b = 40$ см.



29. Найти работу сил электростатического поля по перестройке системы 3-х одинаковых зарядов из конфигурации 1 в конфигурацию 2.

Величина заряда $q=1$ нКл, расстояние $b=1$ см

30. Две параллельные плоскости разноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов -2 нКл/м² и 4 нКл/м². С положительно заряженной плоскости на отрицательно заряженную плоскость перемещается заряд $q = -3$ нКл. Вычислить работу сил поля по перемещению заряда q .

31. Энергия плоского воздушного конденсатора 4 нДж, разность потенциалов на обкладках 60 В, площадь пластин 10 см². Определить расстояние между обкладками, напряженность и объемную плотность энергии поля конденсатора.

32. Площадь пластин плоского слюдяного конденсатора $1,1$ см², зазор между ними 3 мм. При разряде конденсатора выделилась энергия 1 мкДж. До какой разности потенциалов был заряжен конденсатор и какова была напряженность поля в конденсаторе?

33. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 300 В. Площадь пластин 1 см², напряженность поля в зазоре между ними 300 кВ/м. Определить поверхностную плотность заряда на пластинах, емкость и энергию конденсатора.

34. Два конденсатора одинаковой емкости по 3 мкФ заряжены один до напряжения 100 В, а другой — до 200 В. Определить напряжение между обкладками конденсаторов и энергию системы конденсаторов до соединения и после соединения, если их соединить параллельно: а) одноименно; б) разноименно заряженными обкладками.

35. Конденсатор емкостью 6 мкФ последовательно соединен с конденсатором неизвестной емкости и они подключены к источнику постоянного напряжения 12 В. Определить емкость второго конденсатора, напряжения на каждом конденсаторе и энергию системы конденсаторов, если заряд батареи 24 мкКл.

36. Заряд на каждом из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью 18 пФ и 10 пФ равен $0,09$ нКл. Определить напряжение: а) на батарее конденсаторов; б) на каждом конденсаторе; в) емкость батареи конденсаторов и ее энергию.

37. Конденсатор с парафиновым диэлектриком заряжен до разности потенциалов 150 В. Напряженность поля $6 \cdot 10^6$ В/м, площадь пластин 6 см². Определить емкость конденсатора, поверхностную плотность заряда на обкладках и энергию конденсатора..

38. Заряженный шар А радиусом 2 см приводится в соприкосновение с незаряженным шаром В, радиус которого 3 см. После того как шары разъединили, энергия шара В оказалась равной $0,4$ Дж. Какой заряд был на шаре А до их соприкосновения?

39. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана некоторая разность потенциалов. Его энергия при этом равна $2 \cdot 10^{-5}$ Дж. После того как конденсатор отключили от источника напряжения, диэлектрик вынули из конденсатора. Работа, которую надо было совершить против сил электрического поля, чтобы вынуть диэлектрик, равна

$7 \cdot 10^{-5}$ Дж. Найти диэлектрическую проницаемость диэлектрика.

40. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин 100 см^2 и расстоянием между ними в 1 мм заряжен до 100 В . Затем пластины раздвигаются до расстояния 25 мм . Найти энергию конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением отключается.

41. Плотность тока в никелиновом проводнике длиной 25 м равна 1 МА/м^2 . Определить разность потенциалов на концах проводника.

42. Определить плотность тока, текущего по проводнику длиной 5 м , если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В . Удельное сопротивление материала $2 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$.

43. На концах никелинового проводника длиной 5 м поддерживается разность потенциалов 12 В . Определить плотность тока в проводнике, если его температура $540 \text{ }^\circ\text{C}$.

44. Сила тока в проводнике изменяется за время от $t_1 = 3 \text{ с}$ до $t_2 = 7 \text{ с}$ по закону $I = A t^2 + B$, где $A = 0.1 \text{ А/с}^2$, $B = 2 \text{ А}$. Определить заряд, прошедший по проводнику.

45. Напряжение на концах проводника сопротивлением 5 Ом за $0,5 \text{ с}$ равномерно возрастает от 0 до 20 В . Какой заряд проходит через проводник за это время?

46. Определить электродвижущую силу аккумуляторной батареи, ток короткого замыкания которой 10 А , если при подключении к ней резистора сопротивлением 2 Ом сила тока в цепи равна 1 А .

47. Два одинаковых источника тока соединены в одном случае последовательно, в другом — параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление 1 Ом . При каком внутреннем сопротивлении источника сила тока во внешней цепи будет в обоих случаях одинаковой?

48. В цепь, состоящую из батареи и резистора сопротивлением $R=8 \text{ Ом}$, включают вольтметр, сопротивление которого $R_V=800 \text{ Ом}$, один раз последовательно резистору, второй — параллельно. Определить внутреннее сопротивление батареи, если показания вольтметра в обоих случаях одинаковы.

49. Вольтметр включен параллельно сопротивлению 4 кОм и показывает 36 В (рис. 1). Напряжение на клеммах источника тока поддерживается постоянным и равным 100 В . Найти отношение тока, идущего через вольтметр, к току, идущему через сопротивление 6 кОм .

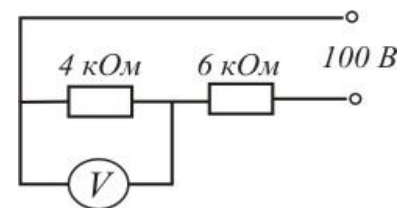


Рис. 1.

50. Найти сопротивление цепи, изображенной на рис. 2. Считать, что сопротивление каждого проводника, включенного между узлами, равно 1 Ом.

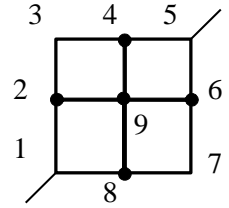


Рис. 2

51. Электродвижущая сила аккумулятора автомобиля 12 В. При силе тока 3 А его к. п. д. равен 0,8. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.

52. К источнику тока подключают один раз резистор сопротивлением 1 Ом, другой раз - 4 Ом. В обоих случаях на резисторах за одно и то же время выделяется одинаковое количество теплоты. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

53. При включении электромотора в сеть с напряжением $U = 220$ В он потребляет ток $I = 5$ А. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление обмотки мотора $R = 6$ Ом.

54. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 50$ Ом равномерно растет от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 3$ А за время $\tau = 6$ с. Определить выделившееся в проводнике за это время количество теплоты.

55. Электродвижущая сила батареи $\mathcal{E} = 12$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 5$ А. Какая наибольшая мощность может выделяться на подключенном к батарее резисторе с переменным сопротивлением?

56. Ток в проводнике сопротивлением $R = 15$ Ом равномерно возрастает от $I_0 = 0$ до некоторого максимального значения в течение времени $\tau = 5$ с. За это время в проводнике выделилась в виде тепла энергия $Q = 10$ кДж. Найти среднее значение силы тока в проводнике за этот промежуток времени.

57. В медном проводнике сечением 6 мм^2 и длиной 5 м течет ток. За 1 мин в проводнике выделяется 18 Дж теплоты. Определить напряженность поля, плотность и силу электрического тока в проводнике.

58. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120$ Вт. Найти силу тока I в цепи.

59. Какая мощность выделяется в единице объема медного проводника длиной $l = 0,2$ м, если на его концах поддерживается разность потенциалов $U = 4$ В?

60. Мощность тока у потребителя 10 кВт при напряжении 400 В. Определить падение напряжения в медных проводах линии передачи, если их сечение 26 мм^2 , а расстояние от генератора до потребителя 500 м.

61. Длинный провод образует круговую петлю, касательную к проводу. По проводу идет ток силой 5 А. Найти радиус петли, если известно, что напряженность магнитного поля в центре петли равна 41 А/м.

62. Два бесконечно длинных прямолинейных проводника с токами 6 и 8 А расположены перпендикулярно друг другу. Определить индукцию и напряженность магнитного поля на середине кратчайшего расстояния между проводниками, равного 20 см.

63. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми 15 см, в одном направлении текут токи 4 и 6 А. Определить расстояние от проводника с меньшим током до геометрического места точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.

64. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам, расстояние между которыми 15 см, в противоположных направлениях текут токи 4 и 6 А. Определить расстояние от проводника с меньшим током до геометрического места точек, в которых напряженность магнитного поля равна нулю.

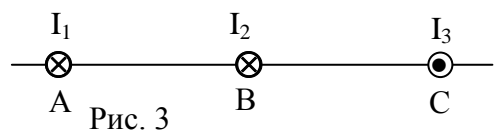
65. По двум бесконечно длинным прямолинейным параллельным проводникам текут токи 5 и 10 А в одном направлении. Геометрическое место точек, в котором индукция магнитного поля равна нулю, находится на расстоянии 10 см от проводника с меньшим током. Определить расстояние между проводниками.

66. По кольцевому проводнику радиусом 10 см течет ток 4 А. Параллельно плоскости кольцевого проводника на расстоянии 2 см над его центром проходит бесконечно длинный прямолинейный проводник, по которому течет ток 2 А. Определить индукцию и напряженность магнитного поля в центре кольца. Рассмотреть все возможные случаи.

67. Два круговых витка с током лежат в одной плоскости и имеют общий центр. Радиус большого витка 12 см, меньшего 8 см. Напряженность поля в центре витков равна 50 А/м, если токи текут в одном направлении, и нулю, если в противоположном. Определить силу токов, текущих по круговым виткам.

68. Бесконечно длинный прямолинейный проводник с током 3 А расположен на расстоянии 20 см от центра витка радиусом 10 см с током 1 А. Определить напряженность и индукцию магнитного поля в центре витка для случаев, когда проводник: а) расположен перпендикулярно плоскости витка; б) в плоскости витка.

69. На рис.3 изображены сечения трех прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояния $AB=BC=5$ см, токи $I_1=I_2=10$ А и $I_3=20$ А. Найти точку на прямой AC , в которой магнитная индукция поля, созданного токами I_1, I_2, I_3 , равна нулю.



70. На рис.3 изображены сечения трех прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояния $AB=BC=5$ см, токи $I_1=I_2=10$ А и $I_3=20$ А. Найти: точку на прямой AC , в которой магнитная индукция поля, созданного токами, равна нулю, если токи текут в одном направлении.

71. Незакрепленный проводник массой 0,1 г и длиной 7,6 см находится в равновесии в горизонтальном магнитном поле напряженностью 10 А/м. Определить силу тока в проводнике, если он перпендикулярен линиям индукции поля.

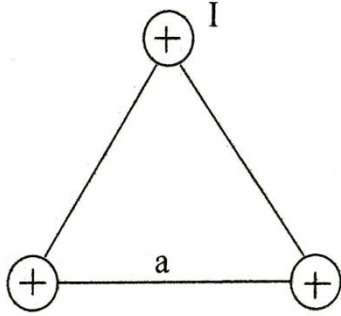


Рис. 4

72. Какое ускорение приобретает проводник массой 0,1 г и длиной 8 см в однородном магнитном поле напряженностью 10 кА/м, если сила тока в нем 1 А, а направления тока и индукции взаимно перпендикулярны?

73. По двум тонким проводам, согнутым в виде колец радиусом 10 см, текут одинаковые токи 10 А в каждом.

Найти силу взаимодействия этих колец, если плоскости колец параллельны и расположены друг от друга на расстоянии 1 мм.

74. В вершинах равностороннего треугольника находятся параллельные длинные проводники с токами по 50 А каждый. Сторона треугольника равна 5 см (рис. 4). Найти силу, действующую на единицу длины каждого проводника.

75. Два бесконечно длинных прямолинейных проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, находятся на расстоянии d друг от друга. Чтобы их раздвинуть до расстояния $2d$, при перемещении каждого сантиметра длины проводника была совершена работа 138 нДж. Определить силу тока в проводниках.

76. По прямолинейным длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии 2 см, в одном направлении текут токи по 1 А. Какую работу на единицу длины проводников нужно совершить, чтобы раздвинуть их до расстояния 4 см?

77. Квадратная рамка со стороной 1 см содержит 100 витков и помещена в однородное магнитное поле напряженностью 100 А/м. Направление поля составляет угол 30° с нормалью к рамке. Какая работа совершается при повороте рамки на 30° в одну и другую сторону, если по ней течет ток 1 А?

78. В однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл равномерно движется проводник длиной 0,1 м со скоростью 0,2 м/с (перпендикулярно линиям поля). По проводнику течёт ток 2 А. Найти работу перемещения проводника за 10 с.

79. Под действием однородного магнитного поля перпендикулярно линиям индукции начинает перемещаться прямолинейный проводник массой 2 г, по которому течет ток 10 А. Какой магнитный поток пересечет этот проводник к моменту времени, когда скорость его станет равна 31,6 м/с?

80. В однородное магнитное поле ($B=1$ Тл) помещена плоская катушка с током из 100 витков радиусом 10 см, плоскость которой с направлением поля составляет угол 60° . Работа удаления катушки за пределы поля равна $A=27,2$ Дж. Какой величины ток течет по катушке?

81. Перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля индукцией 0,1 мТл по двум параллельным проводникам движется без трения перемычка длиной 20 см. При замыкании цепи, содержащей эту перемычку, в ней

идет ток 0,01 А. Определить скорость движения переключки. Сопротивление цепи 0,1 Ом.

82. На концах крыльев самолета размахом 20 м, летящего со скоростью 900 км/ч, возникает электродвижущая сила индукции 0,06 В. Определить вертикальную составляющую напряженности магнитного поля Земли.

83. В плоскости, перпендикулярной однородному магнитному полю напряженностью $2 \cdot 10^5$ А/м вращается стержень длиной 0,4 м относительно оси, проходящей через его середину. В стержне индуцируется электродвижущая сила, равная 0,2 В. Определить угловую скорость стержня.

84. Катушка из 100 витков площадью 15 см^2 вращается с частотой 5 Гц в однородном магнитном поле индукцией 0,2 Тл. Ось вращения перпендикулярна оси катушки и линиям индукции поля. Определить максимальную электродвижущую силу индукции в катушке.

85. Магнитный поток, равный 40 мВб, пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение ЭДС индукции, которая возникает в контуре, если магнитный поток изменяется до нуля за время $\tau = 0,002$ с.

86. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона R_1 больше радиуса кривизны траектории электрона R_2 ?

87. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно прямолинейному длинному проводнику на расстоянии 4 мм от него. Какая сила подействует на электрон, если по проводнику пустить ток 5 А?

88. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1 кВ, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное его скорости. Индукция магнитного поля $1,19 \cdot 10^3$ Тл. Найти:

- а) радиус кривизны траектории электрона;
- б) период обращения его по окружности;
- в) момент импульса.

89. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов 104 В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое поле напряженностью $E = 10$ кВ/м и магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Найти отношение заряда альфа-частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

90. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов U и влетел в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10$ кВ/м) и магнитное ($B = 0,1$ Тл) поля. Определить величину ускоряющей разности потенциалов U , если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

91. Цепь состоит из соленоида и источника тока. Соленоид без сердечника длиной 15 см и диаметром 4 см имеет плотную намотку из двух слоев медного провода диаметром 0,2 мм. По соленоиду течет ток 1 А. Определить ЭДС

самоиндукции в соленоиде в тот момент времени после отключения его от источника тока, когда сила тока уменьшилась в два раза. Сопротивлением источника тока и подводющих проводов пренебречь.

92. Цепь состоит из соленоида и источника тока. Соленоид длиной 15 см и диаметром 4 см с сердечником с магнитной проницаемостью 1000 имеет плотную намотку из двух слоев медного провода диаметром 0,2 мм. По соленоиду течет ток 1 А. Определить ЭДС самоиндукции в соленоиде в тот момент времени после отключения его от источника тока, когда сила тока уменьшилась в два раза. Сопротивлением источника тока и подводющих проводов пренебречь.

93. Сила тока в соленоиде равномерно возрастает от 0 до 10 А за 1 мин, при этом соленоид накапливает энергию 20 Дж. Какая ЭДС индуцируется в соленоиде?

94. Однослойный соленоид без сердечника длиной 20 см и диаметром 4 см имеет плотную намотку медным проводом диаметром 0,1 мм. За 0,1 с сила тока в нем равномерно убывает с 5 А до 0. Определить электродвижущую силу индукции в соленоиде.

95. Обмотка соленоида длиной 30 см состоит из одного слоя плотно прилегающих витков медного провода. Диаметр провода $d=0,12$ мм, диаметр соленоида $D=2$ см. По соленоиду течёт ток. Найти индуктивность соленоида и силу тока в нём, если при замыкании концов катушки накоротко по нему протечёт количество электричества 42 мкКл.

96. Чему равна объемная плотность энергии магнитного поля в соленоиде без сердечника, имеющего плотную однослойную намотку проводом диаметром 0,2 мм, если по нему течет ток величины 0,1 А?

97. На немагнитный цилиндрический каркас сечением 20 см^2 навита катушка из провода диаметром 1 мм и длиной 140 м. Витки провода плотно прилегают друг к другу. При некоторой силе тока, протекающей по катушке, в ней создаётся потокосцепление $\Psi_m=6$ мВб. Найти энергию магнитного поля катушки. Магнитное поле во всём объёме считать однородным.

98. По соленоиду длиной 0,25 м, имеющему число витков 500, течет ток 1 А. Площадь поперечного сечения 15 см^2 . В соленоид вставлен железный сердечник. Найти энергию магнитного поля соленоида. Зависимость $B=f(H)$ приведена в приложении.

99. По обмотке соленоида с железным сердечником с параметрами: число витков - 1000, длина 0,5 м, диаметр - 4 см; течет ток 0,5 А. Зависимость $B=f(H)$ для сердечника приведена в приложении. Определить потокосцепление, энергию и объемную плотность энергии соленоида.

100. Обмотка соленоида имеет сопротивление 10 Ом. Какова его индуктивность, если при прохождении тока за 0,05 с в нем выделяется количество теплоты, эквивалентное энергии магнитного поля соленоида?

Приложение к индивидуальному заданию 2 семестра

1. Удельное сопротивление $\rho \cdot 10^8$, Ом·м

Вольфрам – 5,5	Железо – 9,8	Никелин – 40	Нихром – 110
Медь – 1,7	Серебро – 1,6		

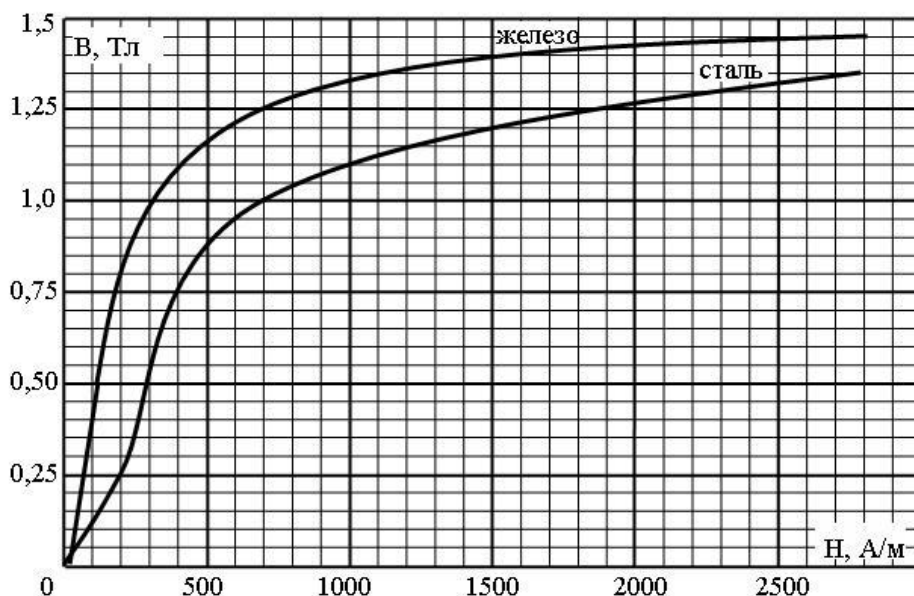
2. Диэлектрическая проницаемость (относительная) вещества

Вода – 81,0	Парафин – 2,0	Слюда – 6,0	Бакелит – 4,0
Трансформаторное масло – 2,2		Стекло – 7,0	

3. Температурный коэффициент сопротивления проводников $\alpha \cdot 10^3$, К⁻¹

Вольфрам – 5,2	Медь – 4,2	Никелин – 0,1
----------------	------------	---------------

4. Основная кривая намагничивания (железо, сталь)



3 семестр

Модуль 4. Колебания и волны

Гармонические колебания. Идеальный гармонический осциллятор. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Сложение колебаний. Резонанс.

Волны. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Упругие волны в газах, жидкостях, твердых телах. Электромагнитные волны. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга.

Модуль 5. Волновая и квантовая оптика

Интерференция волн. Монохроматичность и временная когерентность света. Пространственная когерентность. Двухлучевая интерференция. Интерференция в тонких пленках. Интерферометры.

Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на круглом отверстии, прямой щели. Дифракционная решетка. Спектральное разложение. Разрешающая способность спектральных приборов.

Поляризация света. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейнополяризованного света. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектрических сред. Двойное лучепреломление.

Взаимодействие электромагнитных волн с веществом. Феноменология поглощения и дисперсии света. Нормальная и аномальная дисперсия.

Квантовые свойства электромагнитного излучения. Тепловое излучение. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы теплового излучения. Гипотеза квантов. Формула Планка. Корпускулярно-волновой дуализм. Энергия и импульс световых квантов. Законы и квантовая теория внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона.

Модуль 6. Квантовая физика

Экспериментальные данные о структуре атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Теория Бора для водородоподобных систем. Опыт Франка-Герца.

Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности. Волновая функция и ее статистический смысл. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Прохождение частицы над и под потенциальным барьером.

Квантово-механическое описание атомов. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Принцип Паули. Квантово-механический смысл постулатов Бора.

Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.

Модуль 7. Ядерная физика

Элементы квантовой микрофизики. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивности. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки.

Таблица 3

Варианты индивидуальных заданий 3 семестра

№ варианта	Номера задач									
	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
1	1	11	21	31	41	51	61	71	81	91
2	2	12	22	32	42	52	62	72	82	92
3	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
4	4	14	24	34	44	54	64	74	84	94
5	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
6	6	16	26	36	46	56	66	76	86	96
7	7	17	27	37	47	57	67	77	87	97
8	8	18	28	38	48	58	68	78	88	98
9	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
11	1	12	23	34	45	56	67	78	89	100
12	2	13	24	35	46	57	68	79	90	91
13	3	14	25	36	47	58	69	80	92	81
14	4	15	26	37	48	59	70	93	82	71
15	5	16	27	38	49	60	94	83	72	61
16	6	17	28	39	50	95	84	73	62	51
17	7	18	29	40	96	85	74	63	52	41
18	8	19	30	97	86	75	64	53	42	31
19	9	20	98	87	76	65	54	43	32	21
20	10	99	88	77	66	55	44	33	22	11
21	10	19	28	37	46	55	64	73	82	91
22	9	18	27	36	45	54	63	72	81	100
23	8	17	26	35	44	53	62	71	90	99
24	7	16	25	34	43	52	61	80	89	98
25	6	15	24	33	42	51	70	79	88	97
26	5	14	23	32	41	60	69	78	87	96
27	4	13	22	31	50	59	68	77	86	95
28	3	12	21	40	49	58	67	76	85	94

29	2	11	30	39	48	57	66	75	84	93
30	1	20	29	38	47	56	65	74	83	92

Индивидуальное задание 3 семестра
Физика колебаний и волн. Квантовая физика

1. Начальная фаза гармонических колебаний равна нулю. Через какую долю периода скорость точки будет равна половине её максимальной скорости?

2. Точка совершает гармонические колебания. Период колебаний 2 с, амплитуда 50 мм, начальная фаза равна нулю. Найти скорость точки в момент времени, когда смещение точки от положения равновесия равно 2,5 мм.

3. Начальная фаза гармонического колебания равна нулю. При смещении точки от положения равновесия 2,4 см скорость точки равна 3 см/с, а при смещении 2,8 см скорость равна 2 см/с. Найти амплитуду и период этого колебания.

4. Чему равно отношение кинетической энергии точки, совершающей гармонические колебания, к её потенциальной энергии для моментов времени: а) $t = T/12$, б) $t = T/8$, в) $t = T/6$? Начальная фаза колебаний равна нулю.

5. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Найти разность фаз складываемых колебаний.

6. Найти амплитуду и начальную фазу колебаний, которые возникают при сложении следующих колебаний одного направления: $x_1 = 3\cos(\omega t)$ см; $x_2 = 5\cos(\omega t + \pi/4)$ см; $x_3 = b\sin(\omega t)$ см.

7. Амплитуда гармонических колебаний точки $x_m = 2$ см, полная энергия колебаний $W = 3 \cdot 10^{-7}$ Дж. При каком смещении от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила $F = 2,25 \cdot 10^{-5}$ Н?

8. К вертикально висящей пружине подвешивают груз. Оттягивая этот груз и отпуская его, заставляют груз совершать колебания. Чему должен быть равен коэффициент затухания, чтобы колебания прекратились через 10 с? Условно считать, что колебания прекратились, если их амплитуда упала до 1% от начальной величины.

9. Амплитуды смещения вынужденных гармонических колебаний при частотах $\omega_1 = 400 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 600 \text{ с}^{-1}$ равны между собой. Найти частоту ω , при которой амплитуда смещения максимальна.

10. При частотах вынуждающей гармонической силы $\omega_1 = 200 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2 = 450 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти частоту, соответствующую резонансу скорости.

11. При частотах вынуждающей гармонической силы $\omega_1=200 \text{ с}^{-1}$ и $\omega_2=450 \text{ с}^{-1}$ амплитуда скорости частицы равна половине максимального значения. Найти коэффициент затухания β и частоту ω затухающих колебаний.

12. Логарифмический декремент затухания математического маятника равен 0,15. Определить, во сколько раз уменьшится амплитуда колебаний за одно полное колебание маятника.

13. Амплитуды смещения вынужденных колебаний при частотах вынуждающей силы, равных $\nu_1 = 200 \text{ Гц}$ и $\nu_2 = 300 \text{ Гц}$, равны между собой. Найти частоту, соответствующую резонансу смещения.

14. Уравнение незатухающих колебаний дано в виде $x = 4\sin 600\pi t$ см. Найти смещение от положения равновесия точки, находящейся на расстоянии 75 см от источника колебаний, через 0,01 с после начала колебаний. Скорость распространения колебаний 300 м/с.

15. Волны с периодом $T = 1,2 \text{ с}$ и с амплитудой колебаний $\xi_m = 2 \text{ см}$ распространяются со скоростью $V = 15 \text{ м/с}$. Чему равно смещение точки, находящейся на расстоянии $x = 45 \text{ м}$ от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 4 \text{ с}$?

16. Найти смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстояние $l = \lambda/12$ для момента $t = T/6$. Амплитуда колебаний $\xi_m = 0,05 \text{ м}$.

17. Плоская синусоидальная волна распространяется вдоль прямой, совпадающей с положительным направлением оси x в среде, не поглощающей энергию, со скоростью 10 м/с. Две точки, находящиеся на этой прямой на расстояниях $x_1 = 7 \text{ м}$ и $x_2 = 10 \text{ м}$ от источника колебаний, колеблются с разностью фаз $\Delta\varphi = 3\pi/5$. Амплитуда волны 5 см. Определить: а) длину волны; б) уравнение волны.

18. Смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника колебаний на расстоянии $l = 4 \text{ см}$, в момент времени $t = T/6$ равно половине амплитуды. Найти длину λ бегущей волны.

19. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна 12 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определить максимальный заряд на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре 1 А.

20. Ток в колебательном контуре зависит от времени как $I = I_m \sin \omega_0 t$, где $I_m = 9,0$ мА, $\omega_0 = 4,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$. Емкость конденсатора $C = 0,50$ мкФ. Найти индуктивность контура и напряжение на конденсаторе в момент времени $t = 0$.

21. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 4$ мкФ, катушки с индуктивностью $L = 2$ мГн и активным сопротивлением $R = 10$ Ом. Найти отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора в момент максимума тока.

22. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 8$ пФ и катушку индуктивностью $L = 0,5$ мГн. Каково максимальное напряжение U_m на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока $I_m = 40$ мА?

23. В контуре, добротность которого $Q = 50$ и собственная частота колебаний $\nu_0 = 5,5$ кГц, возбуждаются затухающие колебания. Через какое время энергия, запасенная в контуре, уменьшится в 2 раза?

24. Найти время, за которое амплитуда колебаний тока в контуре с добротностью $Q = 5000$ уменьшится в 2 раза, если частота колебаний $\nu = 2,2$ МГц.

25. Найти отношение энергии $W_m/W_{эл}$ магнитного поля колебательного контура и энергии его электрического поля в момент времени $T/8$.

26. Скорость распространения электромагнитных волн в некоторой среде составляет $v = 2,5 \cdot 10^8$ м/с. Определить длину электромагнитной волны в этой среде, если ее частота в вакууме $\nu_0 = 1$ МГц.

27. Электромагнитная волна с частотой $\nu = 3$ МГц переходит из вакуума в немагнитную среду с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$. Найти приращение ее длины волны.

28. Радиолокатор обнаружил в море подводную лодку, отраженный сигнал от которой дошел до него за время $t = 36$ мкс. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 81$, определить расстояние от радиолокатора до подводной лодки.

29. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 10 В/м. Определить амплитуду напряженности магнитного поля волны.

30. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности магнитного поля волны равна 1 мА/м. Определить амплитуду напряженности электрического поля волны.

31. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 50 мВ/м. Определить интенсивность волны I , то есть среднюю энергию, проходящую через единицу поверхности в единицу времени.

32. Расстояние между щелями в опыте Юнга $d = 0,5$ мм. Длина волны используемого монохроматического света $\lambda = 550$ нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем равно 1 мм?

33. На тонкую пленку ($n = 1,33$) падает параллельный пучок белого света. Угол падения $\alpha = 52^\circ$. При какой толщине пленки зеркально отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет ($\lambda = 0,6$ мкм)?

34. На толстую стеклянную пластинку, покрытую очень тонкой пленкой, показатель преломления вещества которой равен 1,4, падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 0,6$ мкм). Отраженный свет максимально ослаблен вследствие интерференции. Определить толщину пленки.

35. Найти расстояние между двадцатым и двадцать первым светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и третьим равно 1 мм. Кольца наблюдаются в отраженном свете.

36. Установка для получения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим нормально. После того как пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.

37. Точечный источник света с $\lambda = 500$ нм помещен на расстоянии $a = 0,5$ м перед непрозрачной преградой с отверстием радиусом $r = 0,5$ мм. Определить расстояние b от преграды до точки, для которой число m открываемых зон Френеля будет равно: а) 1; б) 5; в) 10.

38. На диафрагму с круглым отверстием падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 600 нм. На экране наблюдается дифракционная картина. При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно? Диаметр отверстия равен 1,96 мм.

39. Плоская световая волна ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на диафрагму с отверстием диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии b от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: а) одну зону Френеля; б) две зоны Френеля?

40. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Ширина щели равна 6λ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?

41. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить угол между первоначальным направлением лучей и на четвертую темную дифракционную полосу.

42. Вычислить наибольший угол, на который может отклонить пучок монохроматического света дифракционная решетка, имеющая 10000 штрихов при ширине решетки 4 см. Длина волны нормально падающего на решетку света $\lambda = 546$ нм.

43. Длины волн двух спектральных линий натрия равны $\lambda_1 = 588,995$ нм и $\lambda_2 = 589,592$ нм. Какую ширину должна иметь дифракционная решетка, содержащая 600 штрихов на 1 мм, чтобы разрешить эти линии в спектре первого порядка?

44. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на каждый миллиметр, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол 20° . Определить длину световой волны.

45. Найти угол полной поляризации при отражении света от стекла, помещенного в воду. Показатели преломления стекла и воды равны 1,57 и 1,33 соответственно.

46. Найти показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный луч будет полностью поляризован при угле преломления 30° .

47. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества равен 45° . Найти для этого вещества угол полной поляризации.

48. Угол полной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен 57° . Определить скорость v распространения света в этом кристалле.

49. Найти угол φ между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза.

50. Два поляроида ориентированы так, что пропускают максимум света. На какой угол следует повернуть один из них, чтобы интенсивность прошедшего света уменьшилась на половину?

51. Определить температуру, при которой энергетическая светимость черного тела равна 15 кВт/м².

52. Во сколько раз надо увеличить абсолютную температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость возросла в два раза?

53. Мощность излучения абсолютно черного тела равна 10 кВт. Найти площадь излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности его энергетической светимости, равна $6 \cdot 10^{-7}$ м.

54. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости черного тела при температуре $t = 110\text{ }^\circ\text{C}$

55. Температура абсолютно черного тела изменилась от 727 до $1727\text{ }^\circ\text{C}$. Во сколько раз при этом изменилась мощность излучения?

56. Определить работу выхода для натрия в электрон-вольтах, если красная граница фотоэффекта для него $\lambda_{\text{кр}} = 550\text{ нм}$.

57. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовое излучение с длиной волны 320 нм ?

58. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм . Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить между катодом и анодом задерживающую разность потенциалов $1,7\text{ В}$. Определить работу выхода для лития.

59. Кванты света с энергией $4,9\text{ эВ}$ вырывают электроны из металла с работой выхода $4,5\text{ эВ}$. Найти максимальный импульс, вылетевшего электрона.

60. При фотоэффекте с платиновой поверхности величина задерживающего потенциала оказалась равной $0,8\text{ В}$. Найти длину волны применяемого излучения и максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.

61. Определить поверхностную плотность потока энергии излучения, падающего на зачерненную поверхность, если световое давление на эту поверхность при перпендикулярном падении лучей равно 20 мкПа .

62. Давление монохроматического света с длиной волны 500 нм на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно $0,1\text{ мкПа}$. Определить число фотонов, падающих за 1 с на поверхность площадью 1 см^2 ?

63. На поверхность площадью 100 см^2 ежеминутно падает световая энергия 63 Дж . Найти величину светового давления когда поверхность 1) полностью отражает все лучи; 2) полностью поглощает все лучи

64. Световой поток мощностью 10 Вт нормально падает на поверхность площадью 10 см^2 , коэффициент отражения которой равен $0,7$. Какое давление испытывает при этом данная поверхность?

65. Фотон испытал рассеяние на покоившемся свободном электроне, в результате чего его длина волны увеличилась на $1,5\text{ пм}$. Найти угол рассеяния фотона при комптоновском эффекте.

66. Рентгеновское излучение с длиной волны $55,8\text{ пм}$ рассеивается плиткой графита (комpton-эффект). Определить длину волны излучения, рассеянного под углом $\vartheta = 60^\circ$ к направлению падающего пучка.

67. Фотон с энергией 0,3 МэВ рассеялся под углом $\vartheta=30^\circ$ на свободном электроны. Определить энергию рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

68. Определить энергию, массу и импульс фотона с длиной волны 1,4 пм.

69. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны 420 нм?

70. Найти массу фотона, импульс которого равен импульсу равен импульсу молекулы водорода при температуре 20 °С. Скорость молекулы считать равной средней квадратичной скорости.

71. К электродам рентгеновской трубки приложена разность потенциалов 60 кВ. Наименьшая длина волны рентгеновских лучей, получаемых от этой трубки, равна 19,4 пм. Найти из этих данных постоянную Планка.

72. Какую разность потенциалов надо приложить к рентгеновской трубке, чтобы получить рентгеновские лучи с длиной волны 1,6 пм?

73. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

74. Определить потенциал ионизации атома водорода.

75. Определить первый потенциал возбуждения атома водорода.

76. Определить длину волны, соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.

77. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

78. Сколько спектральных линий и в каких сериях будет испускать атом водорода, который возбуждают до 6-го энергетического состояния?

79. Определить наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

80. Определить длину волны де Бройля λ_B для нейтрона, движущегося со средней квадратичной скоростью при $T = 290$ К.

81. Протон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл по окружности радиусом $R = 1,4$ м. Определить длину волны де Бройля λ_B для протона.

82. Определить, какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Бройля λ_B для него была равна 1 нм.

83. Кинетическая энергия электрона равна 5 кэВ. Определить длину волны де Бройля.

84. Электрон движется в атоме водорода по первой боровской орбите. Принимая, что допускаемая неопределенность скорости составляет 10 % от его числового

значения, определить неопределенность координаты электрона. Применимо ли в данном случае для электрона понятие траектории?

85. Воспользовавшись соотношением неопределенности, оценить размытость энергетического уровня ΔE в атоме водорода в электрон-вольтах: 1) для основного состояния; 2) для возбужденного состояния (время его жизни $\Delta t = 10^{-8}$ с.);

86. Длина волны λ излучаемого атомом фотона составляет 0,6 мкм. Принимая время жизни возбужденного состояния $\Delta t = 10^{-8}$ с, определить отношение естественной ширины энергетического уровня, на который был возбужден электрон, к энергии, излученной атомом $\Delta E/E$.

87. Принимая, что электрон находится внутри атома диаметром 0,3 нм, определить (в электрон-вольтах) неопределенность энергии этого электрона.

88. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ($n=2$). Определить вероятность обнаружения частицы в области $2/4 l \leq X \leq 3/4 l$.

89. Электрон находится в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками». Определить вероятность нахождения электрона в средней трети «ямы», если электрон находится в возбужденном состоянии ($n = 3$).

90. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в основном состоянии. Определить вероятность обнаружения частицы в левой трети «ямы».

91. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» шириной l с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ($n=3$). Определить, в каких точках «ямы» ($0 \leq X \leq l$) плотность вероятности обнаружения частицы максимальна. Пояснить полученный результат графически.

92. Электрон с энергией $E = 5$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высоты $U = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить коэффициент D прозрачности потенциального барьера.

93. Прямоугольный потенциальный барьер имеет ширину $l = 0,1$ нм. Определить в электрон-вольтах разность энергии $U - E$, при которой вероятность прохождения электрона сквозь барьер составит 0,5.

94. Протон с энергией $E = 6$ эВ движется в положительном направлении оси x , встречая на своем пути прямоугольный потенциальный барьер высотой $U = 10$ эВ и шириной $l = 0,1$ нм. Определить вероятность прохождения протоном этого барьера.

95. Первоначальная масса радиоактивного изотопа йода $^{131}_{53}\text{I}$ (период полураспада $T_{1/2} = 8\text{сут}$) равна 1 г. Определить: 1) начальную активность изотопа; 2) его активность через 3 сут.

96. Начальная активность 1 г изотопа радия $^{226}_{88}\text{Ra}$ равна 1 Ки. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого изотопа.

97. Определить период полураспада $T_{1/2}$ некоторого радиоактивного изотопа, если его активность за 5 сут уменьшилась в 2,2 раза.

98. Пользуясь таблицей Менделеева и правилами смещения, определить, в какой элемент превращается $^{238}_{92}\text{U}$ после трех α - и двух β^- -распадов.

99. Определить энергетический эффект реакции $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^7_4\text{Be} + ^1_0\text{n}$.

100. Определить энергетический эффект реакции $^2_1\text{H} + ^3_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^1_0\text{n}$.

Образец выполнения титульного листа

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ
по дисциплине «Физика»

«МЕХАНИКА, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА»

Выполнил: Иванов Иван Иванович
гр. ТЭС-161, ЭНИ
Вариант № 12

Проверил: Петров П. П.

Образец оформления решения задач

№ 111

Небольшое тело массой m равномерно втащили на горку, действуя силой, которая в каждой точке направлена по касательной к траектории. Найти работу этой силы, если высота горки h , длина ее основания l , и коэффициент трения μ .

Решение.

Дано:

m

h

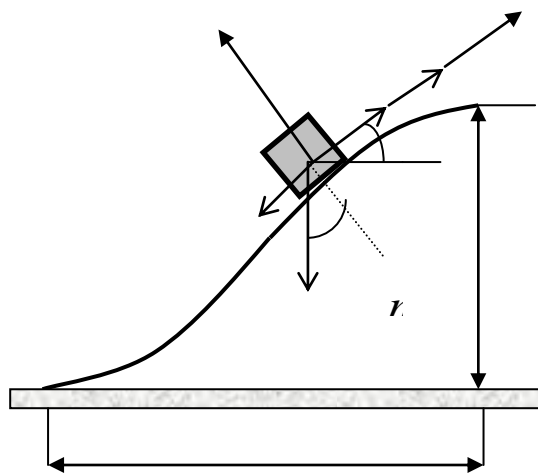
l

μ

Работу, совершаемую силой \vec{F} , можно найти по общему определению работы:

$$A = \int \delta A = \int_{r_1}^{r_2} (\vec{F} d\vec{r})$$

Для этого необходимо предварительно найти силу \vec{F} . Рассмотрим



перемещаемое тело в произвольной точке траектории его движения. На тело действуют четыре силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения скольжения $\vec{F}_{\text{тр}}$ и внешняя сила \vec{F} . Поскольку по условию задачи тело движется равномерно, то векторная сумма этих сил равна нулю:

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

Выберем координатные оси x и y так, чтобы ось x была направлена по касательной к траектории (вдоль перемещения $d\vec{r}$).

Запишем векторное равенство в проекциях на эти координатные оси:

ось x : $F - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0$

ось y : $N - mg \cos \alpha = 0$

Тогда $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$, а модуль силы

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha.$$

Теперь можно найти выражение для элементарной работы, совершаемой силой F при перемещении тела на расстояние dr . При этом учтем, что угол между векторами \vec{F} и $d\vec{r}$ равен нулю и косинус этого угла равен единице.

Тогда
$$\delta A = (\vec{F} d\vec{r}) = F dr = mg dr \sin \alpha + \mu mg dr \cos \alpha .$$

Из рис. видно, что $dr \sin \alpha = dh$, где dh - элементарное приращение высоты при перемещении тела на расстояние dr , а $dr \cos \alpha = dl$, то есть элементарному перемещению тела в горизонтальном направлении.

Тогда
$$\delta A = mg dh + \mu mg dl ,$$

и полная работа, совершаемая силой F при втаскивании тела на горку:

$$A = \int_0^h mg dh + \int_0^l \mu mg dl = mgh + \mu mg l = mg (h + \mu l)$$

Ответ: $A = mg (h + \mu l)$.

№ 212

Найти изменение энтропии при нагревании воды массой $M=100$ г от температуры $t_1=0$ °С до температуры $t_2=100$ °С и последующем превращении воды в пар той же температуры.

Дано:

$M = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$

$t_1 = 0 \text{ °С}$

$T_1 = 273 \text{ К}$

$t_2 = 100 \text{ °С}$

$T_2 = 373 \text{ К}$

$c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

$L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$

$\Delta S - ?$

Решение

Найдем отдельно изменение энтропии $\Delta S'$ при нагревании воды и изменение энтропии $\Delta S''$ при превращении воды в пар. Полное изменение энтропии выразится суммой $\Delta S'$ и $\Delta S''$.

Изменение энтропии выражается формулой

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} . \quad (1)$$

При бесконечно малом изменении dT температуры нагреваемого тела затрачивается количество теплоты $dQ = McdT$, где M – масса тела, c – его удельная теплоемкость. Подставив dQ в формулу (1), получим формулу для вычисления изменения энтропии при нагревании воды:

$$\Delta S' = \int_{T_1}^{T_2} \frac{M \cdot c \cdot dT}{T};$$

$$\Delta S' = M \cdot c \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = M \cdot c \cdot \ln \frac{T_2}{T_1};$$

$$\Delta S' = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot \ln \frac{373}{273} = 131 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

$$\Delta S' = 131 \text{ Дж/К}.$$

Аналогично определим изменение энтропии во время превращения воды в пар той же температуры $T_2 = \text{const}$:

$$\Delta S'' = \frac{1}{T} \int dQ = \frac{Q}{T}, \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, переданное при превращении нагретой воды в пар той же температуры.

Подставив в равенство (2) выражение количества теплоты $Q = LM$, где L – удельная теплота парообразования, получим:

$$\Delta S'' = \frac{LM}{T_2};$$

$$\Delta S'' = \frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,1}{373} = 617 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

$$\Delta S'' = 617 \text{ Дж/К}.$$

Полное изменение энтропии при нагревании и последующем превращении ее в пар $\Delta S = \Delta S' + \Delta S'' = 748 \text{ Дж/К}$.

Ответ: $\Delta S = 748 \text{ Дж/К}$.