Контрольная работа

Одной из форм самостоятельной работы студента заочной формы обучения является контрольная работа.

Перед выполнением контрольной работы студент должен изучить соответствующие разделы курса физики по предложенной в Содержании курса теории и другим источникам, приведенным в библиографическом списке.

Контрольные работы выполняются в соответствии с требованиями, приведенными ниже.

Требования к выполнению и оформлению контрольных работ

1. Контрольная работа выполняется в соответствии со своим вариантом. Номер варианта присваивается студенту автоматически.
2. Варианты контрольных работ приведены в таблице.
3. Контрольную работу нужно выполнять в электронном виде.
4. Если возникли трудности при оформлении решения задач в электронном виде, то решенную в письменном виде работу можно отсканировать.
5. Условия задач в контрольной работе надо полностью приводить без сокращений.
6. Решения задач следует сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это возможно, дать чертеж.
7. Решать задачу надо в общем виде, то есть выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин.
8. После получения расчетной формулы для проверки правильности ее следует подставить в правую часть формулы вместо символов величин обозначения единиц этих величин, произвести с ними необходимые действия и убедиться в том, что полученная при этом единица соответствует искомой величине. Если такого соответствия нет, то это означает, что задача решена не верно.
9. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах СИ. В РФ, согласно Государственному стандарту (ГОСТ 8.417-81), обязательна к применению Система Интернациональная (СИ), которая строится на семи основных единицах - метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела - и двух дополнительных - радиан и стерадиан. Для установления производных единиц используют физические законы, связывающие их с основными единицами. В виде исключения допускается выражать в любых, но одинаковых единицах числовые значения однородных величин, стоящих в числителе и знаменателе дроби и имеющих одинаковые степени.
10. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой, но соответствующую степень десяти. Например, вместо 3520 надо записывать $3{,}52 \cdot 10^3$, вместо 0,00129 записать $1{,}29 \cdot 10^{-3}$ и т.п.
11. Как правило, окончательный ответ следует записывать с тремя значащими цифрами. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Вариант	**Номера задач**									
	1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
1	1	50	51	100	101	150	151	200	201	250
2	2	49	52	99	102	149	152	199	202	249
3	3	48	53	98	103	148	153	198	203	248
4	4	47	54	97	104	147	154	197	204	247
5	5	46	55	96	105	146	155	196	205	246
6	6	45	56	95	106	145	156	195	206	245
7	7	44	57	94	107	144	157	194	207	244
8	8	43	58	93	108	143	158	193	208	243
9	9	42	59	92	109	142	159	192	209	242
10	10	41	60	91	110	141	160	191	210	241
11	11	40	61	90	111	140	161	190	211	240
12	12	39	62	89	112	139	162	189	212	239
13	13	38	63	88	113	138	163	188	213	238
14	14	37	64	87	114	137	164	187	214	237
15	15	36	65	86	115	136	165	186	215	236
16	16	35	66	85	116	135	166	185	216	235
17	17	34	67	84	117	134	167	184	217	234
18	18	33	68	83	118	133	168	183	218	233
19	19	32	69	82	119	132	169	182	219	232
20	20	31	70	81	120	131	170	181	220	231
21	21	30	71	80	121	130	171	180	221	230
22	22	29	72	79	122	129	172	179	222	229
23	23	28	73	78	123	128	173	178	223	228
24	24	27	74	77	124	127	174	177	224	227
25	25	26	75	76	125	126	175	176	225	226

ЗАДАЧИ

Кинематика

1. Радиус-вектор частицы изменяется по закону: $\vec{r}(t) = 3t^2\vec{i} + 2t\vec{j} + 1\vec{k}$ (м). Найти: 1) скорость $\vec{V}$ и ускорение $\vec{a}$ частицы; 2) модуль скорости в момент времени t=2 с.

2. Начальное значение скорости равно $\vec{V}_1 = 1\vec{i} + 3\vec{j} + 5\vec{k}$ (м/с), а конечное $\vec{V}_2 = 2\vec{i} + 6\vec{j} + 8\vec{k}$ (м/с). Найти: 1) приращение скорости $\Delta\vec{V}$; 2) приращение модуля скорости ΔV; 3) модуль приращения скорости $\left|\Delta\vec{V}\right|$.

3. Координаты движения материальной точки определяются выражениями: $x=3t^3$, $y=9t$, $z=5t^2$. Найти: 1) ускорение точки; 2) модуль ускорения в момент времени t=3 с.

4. Точка движется в плоскости XY по закону: $x=Bt$, $y=Bt(1-kt)$, где B, k - положительные константы, t - время. Найти: 1) уравнение траектории $y(x)$; 2) скорость (вектор и модуль) и 3) ускорение (вектор и модуль) точки.

5. Движение материальной точки задано уравнением: $\vec{r} = (A + Bt^2)\vec{i} + Ct\vec{j}$, где A=10 м, B=-5 м/с^2, C=10 м/с. Для момента времени t=2 с вычислить модуль тангенциального ускорения a_τ.

6. Движение материальной точки задано уравнением: $\vec{r} = (A + Bt^2)\vec{i} + Ct\vec{j}$, где A=10 м, B=-5 м/с^2, C=10 м/с. Для момента времени t=2 с вычислить модуль нормального ускорения a_n.

7. Зависимость координаты тела от времени задается уравнением: $x = A - Bt + Ct^2 + Dt^3$, где A=6 м, B=3 м/с, C=2 м/с^2, D=1 м/с^3. Определить для тела в интервале времени от t_1=1 с до t_2=4 с: а) среднюю скорость; б) среднее ускорение.

8. Тело, брошенное вертикально вверх, вернулось на землю через 3 с. Какова была начальная скорость тела? На какую высоту поднялось тело? Сопротивление воздуха не учитывать.

9. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью V_0=10 м/с из точки, находящейся на высоте h_0=4 м от поверхности Земли. Определить время, через которое камень упадет на Землю, скорость камня в момент падения на Землю, высоту наибольшего подъема.

10. Камень падает с высоты h=200 м. Какой путь пройдет камень за последнюю секунду своего падения?

11. Тело с высоты h_0=4 м бросают в горизонтальном направлении так, что к поверхности Земли оно подлетает под углом 45°. Какое расстояние S по горизонтали пролетит тело?

12. С вышки бросили камень в горизонтальном направлении. Через t=2 с камень упал на землю на расстоянии S=40 м от основания вышки. Определить начальную V_0 и конечную V скорости камня.

13. Тело брошено со скоростью V_0=15 м/с под углом α=30° к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить: 1) высоту подъема h; 2) дальность полета тела S; 3) время его движения t.

14. С башни высотой h=30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью V_0=10 м/с. Определить: 1) дальность полета S; 2) скорость тела в момент падения на Землю; 3) угол α, который образует эта скорость с горизонтом в точке его падения.

15. Камень брошен горизонтально с начальной скоростью V_0=10 м/с. Найти радиус кривизны траектории камня через 3 секунды после начала движения.

16. Точка обращается по окружности радиусом R=8 м. В некоторый момент времени нормальное ускорение a_n точки равно 4 м/с^2, вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол α=60°. Найти скорость V и тангенциальное ускорение a_τ точки.

17. Точка движется по окружности радиусом R=2 м согласно уравнению $S=At^3$, где A=2 м/с^3. Определить полное ускорение точки в момент времени, когда $a_\tau = a_n$.

18. Точка обращается по окружности радиусом R=1,2 м. Уравнение движения точки: $\varphi=At+Bt^3$, где A=0,5 рад/с, B=0,2 рад/с^3. Определить тангенциальное a_τ, нормальное a_n и полное a ускорения точки в момент времени t=4 с.

19. Твердое тело вращается вокруг неподвижной оси по закону $\varphi=Bt-Ct^3$, где B=6 рад/с, C=2 рад/с^3. Найти: 1) среднее значение угловой скорости $<\omega>$ и углового ускорения $<\varepsilon>$ за промежуток времени от t=0 до остановки; 2) угловое ускорение в момент остановки $\varepsilon(t')$.

20. Вентилятор вращается со скоростью, соответствующей частоте 900 об/мин. После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 75 оборотов. Сколько времени прошло с момента выключения вентилятора до полной остановки?

21. На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали груз и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, груз за 3 с опустился на 1,5 м. Определить угловое ускорение цилиндра, если его радиус равен 4 см.

22. Линейная скорость V_1 точки, находящейся на ободе вращающегося диска, в три раза больше, чем линейная скорость V_2 точки, находящейся на 6 см ближе к его оси. Определить радиус диска.

23. Точка движется по окружности радиусом R=30 см с постоянным угловым ускорением ε. Определить тангенциальное ускорение a_τ точки, если известно, что за время t=4 с она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение a_n=2,7 м/с^2.

24. Диск вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением: $\varphi=At^2$, где A=0,1 рад/с^2. Определить полное ускорение точки на ободе диска к концу второй секунды после начала движения, если линейная скорость этой точки в этот момент V=0,4 м/с.

25. Диск радиусом R=10 см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе диска, от времени задается уравнением: $V=Bt^2$, где B=0,1 м/с^3. Определить момент времени, для которого вектор полного ускорения образует с радиусом колеса угол β=14°.

Динамика

26. Тело массой 4 кг движется по горизонтальной плоскости под действием силы 30 Н, направленной под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения тела о плоскость 0,01. Найти ускорение тела.

27. Найти силу тяги, развиваемую мотором автомобиля, движущегося в гору с ускорением 2 м/с^2. Уклон горы равен 1 м на каждые 25 м пути. Масса автомобиля 1 т. Коэффициент трения 0,1.

28. С вершины клина, длина которого L=2 м и высота h=1 м, начинает скользить небольшое тело. Коэффициент трения между телом и клином μ=0,15. Определить: 1) ускорение, с которым движется тело; 2) время прохождения тела вдоль клина; 3) скорость тела у основания клина.

29. В лифте на пружинных весах находится тело массой m=10 кг (см. рис.1). Лифт движется с ускорением 2 м/с^2. Определить показания весов в двух случаях, когда ускорение лифта направлено: 1) вертикально вверх; 2) вертикально вниз.

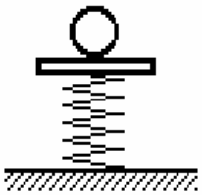

Рис. 1

30. На концах нити, перекинутой через блок с неподвижной осью, висят на высоте h=2 м от пола два груза, массы которых m_1=100 г, m_2=200 г. В начальный момент грузы покоятся. Определить натяжение нити при движении грузов и время, за которое груз массой m_2 достигнет пола. Массу блока и нити не учитывать.

31. На тело массой 10 кг, лежащее на наклонной плоскости (α=20°) действует горизонтально направленная сила F=8 Н (см. рис.2). Пренебрегая трением определить: 1) ускорение тела; 2) силу, с которой тело давит на плоскость.

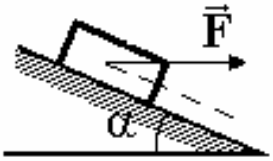

Рис. 2

32. Автомобиль массой 5 т движется со скоростью 36 км/ч по вогнутому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его нижней части, если радиус кривизны моста равен 50 м.

33. Автомобиль массой 5 т движется со скоростью 36 км/ч по выпуклому мосту. Определить силу давления автомобиля на мост в его верхней части, если радиус кривизны моста равен 50 м.

34. Грузы, массы которых m_1=200 г и m_2=300 г, соединены нитью и перекинуты через невесомый блок, укрепленный на конце стола (см. рис.3). Коэффициент трения груза m_2 о стол μ=0,15. Пренебрегая трением в блоке определить: 1) ускорение с которым движутся грузы; 2) силу натяжения нити.

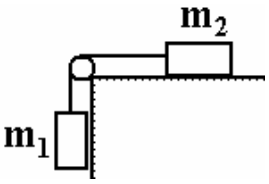

Рис. 3

35. Две гири, имеющие массы m_1=3 кг и m_2=6,8 кг, висят на

концах нити, перекинутой через неподвижный блок. Легкая гиря находится на 2 м ниже тяжелой. Гири пришли в движение без начальной скорости. Через какое время t они окажутся на одной высоте?

36. Невесомый блок укреплен на вершине наклонной плоскости, составляющей с горизонтом α=30° (см. рис.4). Гири, массы которых m_1= m_2=1 кг, соединены нитью и перекинуты через блок. Найти: 1) ускорение, с которым движутся гири; 2) натяжение нити. Коэффициент трения гири о плоскость равен 0,1. Трением в блоке пренебречь.

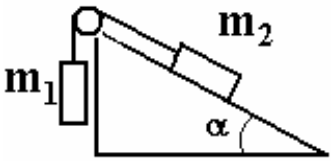

Рис. 4

37. Коэффициент трения между некоторым телом и плоскостью, наклоненной под углом 45° к горизонту, равен 0,2. На какую высоту поднимается это тело, скользя по наклонной плоскости, если ему будет сообщена скорость 10 м/с, направленная вверх вдоль плоскости? Какова будет скорость тела, когда оно вернется в нижнюю исходную точку своего движения?

38. Небольшое тело пустили снизу вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α=15° с горизонтом. Найти коэффициент трения, если время подъёма тела оказалось в n=2 раза меньше времени спуска.

39. В установке углы α и β с горизонтом соответственно равны 30 и 45°, массы тел m_1=450 г и m_2=500 г (см. рис.5). Считая нить и блок невесомыми, и пренебрегая силами трения, определить: 1) ускорение, с которым движутся тела; 2) силу натяжения нити.

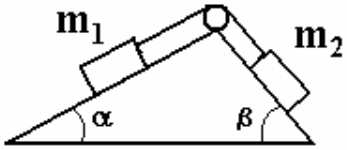

Рис. 5

40. Тело лежит на наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 4°. Требуется определить: 1) при каком коэффициенте трения μ_1 тело начнет скользить по наклонной плоскости; 2) с каким ускорением будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения μ_2=0,03.

41. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте h=1000 км. Считать известными ускорение свободного падения и радиус Земли.

42. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом T=85 мин. Определить высоту спутника. Считать известными ускорение свободного падения и радиус Земли.

43. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 45°. Зависимость пройденного телом расстояния S от времени дается уравнением: $S=Ct^2$, где C=1,73 м/с^2. Найти коэффициент трения тела о плоскость.

44. Материальная точка массой 30 г равномерно движется по окружности со скоростью 10 м/с. Найти приращение импульса за: 1) одну четверть периода; 2) половину периода; 3) период.

45. Материальная точка массой m=10 г, двигаясь равномерно, описывает четверть окружности радиусом R=1,2 м в течение двух секунд. Найти приращение импульса точки.

46. На небольшое тело массой m, лежащее на гладкой горизонтальной плоскости, в момент времени t=0 начала действовать сила, зависящая от времени по

закону $F=At$, где A - постоянная. Направление этой силы всегда составляет угол α к горизонту. Найти: 1) скорость тела в момент отрыва от плоскости; 2) путь, пройденный телом к этому моменту.

47. На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массой m_1 и на ней брусок массой m_2. К бруску приложили горизонтальную силу, увеличивающуюся со временем t по закону $F=At$, где A - постоянная. Найти зависимости от времени t ускорений доски a_1 и бруска a_2, если коэффициент трения между доской и бруском равен μ. Изобразить примерные графики этих зависимостей.

48. Определить натяжение каната, к которому подвешена клеть подъёмной машины массой m=300 кг, если клеть: 1) поднимается с ускорением a_1=1,6 м/с^2; 2) движется равномерно со скоростью V=0,65 м/с; 3) опускается с ускорением a_2=0,8 м/с^2.

49. Гирька, привязанная к нити длиной l=30 см, описывает в горизонтальной плоскости окружность радиусом R=15 см. С какой частотой n вращается гирька.

50. Груз массой $m = 200$ г, подвешенный к невесомой нити длиной $l = 35$ см, описывает горизонтальную окружность с постоянной скоростью (конический маятник). Период вращения равен 1,1 с. Найти силу натяжения нити и угол между нитью и вертикалью.

Законы сохранения

51. С высоты h=2 м на стальную плиту свободно падает шарик массой m=200 г и подпрыгивает на высоту h_1=0,5 м. Определить импульс p, полученный плитой при ударе.

52. Цепочка массы m=1кг и длины l=1,4 м висит на нити, касаясь поверхности стола своим нижним концом. После пережигания нити цепочка упала на стол. Найти полный импульс, который она передала столу.

53. Частица массы m_1=1г, двигавшаяся со скоростью $\vec{V}_1 = 3\vec{i} - 2\vec{j}$ м/с, испытала абсолютное неупругое столкновение с другой частицей, масса которой m_2=2 г и скорость $\vec{V}_2 = 3\vec{j} - 6\vec{k}$ м/с. Найти скорость образовавшейся частицы (вектор и модуль).

54. Шар массой m_1=1 кг движется со скоростью V_1=4 м/с и сталкивается с шаром массой m_2=2 кг, движущимся навстречу ему со скоростью V_2=3 м/с. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

55. На покоящийся шар массой m_1=5 кг налетает со скоростью V_2=5 м/с шар массой m_2=3 кг. Направление движения второго шара изменилось на угол α=45°. Определить скорости шаров после удара, считая шары абсолютно упругими.

56. На полу стоит тележка в виде длинной доски с колесами. На одном конце стоит человек. Масса человека 60 кг, доски - 20 кг. С какой скоростью относительно пола будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль доски со скоростью 1 м/с относительно доски? Массой колес пренебречь.

57. На железнодорожной платформе жестко закрепленное орудие производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом 60° к линии горизонта. Масса

платформы с орудием и снарядом 15 т, масса снаряда 30 кг. Определить скорость отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью 400 м/с.

58. На сколько переместится относительно берега лодка длиной l=3,5 м и массой 200 кг, если стоящий на корме человек массой 80 кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.

59. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с. Найти расстояние, на которое откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения конькобежца о лед равен 0,02?

60. Через неподвижный блок перекинута нерастяжимая нить, на концах которой подвешены грузы с массами m_1 и m_2. Массы блока и нити пренебрежимо малы, трение в оси блока отсутствует. Найти ускорение центра масс этой системы.

61. Из пружинного пистолета с жесткостью пружины k=150 Н/м был произведен выстрел пулей массой m=8 г. Определить скорость V пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на 4 см.

62. Автомобиль движется на подъёме с уклоном α=10° со скоростью 4 м/с. Определить коэффициент трения, если масса груженого автомобиля 5 т, а мощность двигателя 52 кВт.

63. С горы высотой h=2 м и основанием b=5 м съезжают санки, которые затем останавливаются, пройдя по горизонтали путь L=35 м от основания горы. Найти коэффициент трения.

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

65. Потенциальная энергия частицы определяется выражением $W_p=a(x^2+y^2+z^2)$, где a - положительная константа. Частица начинает двигаться из точки с координатами (3,3,3) м. Найти ее кинетическую энергию в момент, когда частица находится в точке с координатами (1,1,1) м.

66. Мяч, летящий со скоростью 15 м/с, отбрасывается ударом ракетки в противоположном направлении со скоростью 20 м/с. Найти модуль приращения импульса мяча, если приращение его кинетической энергии при этом равно 8,75 Дж.

67. Пуля массой 4,5 г, летевшая горизонтально, попадает в покоившийся на горизонтальной поверхности деревянный брусок массой 1,8 кг. Коэффициент трения между бруском и поверхностью 0,2. Пуля застряла в бруске, а брусок пришел в движение и двигался на протяжении 1,8 м. Определите скорость пули.

68. Пуля массой m=15 г, летящая с горизонтальной скоростью V=0,5 км/с, попадает в баллистический маятник массой M=6 кг и застревает в нем (см. рис.6). Определить высоту h, на которую поднимется маятник, откачнувшись после удара.

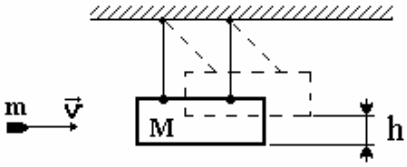

Рис. 6

69. Пуля, летевшая горизонтально со скоростью

V=400 м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной l=4 м, и застревает в нём. Определить угол α, на который отклонится брусок, если масса пули 20 г, а масса бруска 5 кг.

70. Пуля массы m_1=10 г, летящая с горизонтальной скоростью V=400 м/с, попадает в мешок, набитый ватой, массы m_2=4 кг и висящий на длинном шнуре. Найти высоту, на которую поднимется мешок, и долю кинетической энергии пули, которая будет израсходована на пробивание ваты.

71. Налетев на пружинный буфер, вагон массой m=16 т, двигавшийся со скоростью V=0,6 м/с, остановился, сжав пружину на 8 см. Найти общую жесткость k пружин буфера.

72. Конькобежец, разогнавшись до скорости V=27 км/ч, въезжает на ледяную гору. На какую высоту H от начального уровня въедет конькобежец с разгона, если подъем горы составляет h=0,5 м на каждые S=10 м по горизонтали и коэффициент трения коньков о лед μ=0,02?

73. Стальной шарик массой m=20 г, падая с высоты h_1=1 м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту h_2=81 см. Найти: а) импульс силы, действовавшей на плиту за время удара; б) количество теплоты, выделившееся при ударе.

74. Акробат прыгает в сетку с высоты 8 м. На какой предельной высоте над полом надо натянуть сетку, чтобы акробат не ударился о пол при прыжке? Известно, что сетка прогибается на 0,5 м, если акробат прыгает в нее с высоты 1 м.

75. Начальная скорость пули равна 800 м/с. При движении в воздухе за время t=0,8 с ее скорость уменьшилась до V=200 м/с. Масса пули равна $m = 10$ г. Считая силу сопротивления воздуха пропорциональной квадрату скорости, определить коэффициент сопротивления k. Действием силы тяжести пренебречь.

Механика твердого тела

76. На обод маховика диаметром D=60 см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой m=2 кг. Определить момент инерции J маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время t=3 с приобрел угловую скорость ω=9 рад/с.

77. Нить с привязанными к ее концам грузами массой m_1=50 г и m_2=60 г перекинута через блок диаметром D=4 см. Определить момент инерции блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение ε=1,5 рад/с^2.

78. Тонкостенный цилиндр с диаметром основания D=30 см и массой m=12 кг вращается согласно уравнению: $\varphi=A+Bt+Ct^3$, где A=4 рад, B=-2 рад/с, C=0,2 рад/с^3. Определить действующий на цилиндр момент сил M в момент времени t=3 с.

79. Блок, имеющий форму диска массой m=0,4 кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами m_1=0,3 кг и m_2=0,7 кг. Определить силы T_1 и T_2 натяжения нити по обе стороны блока.

80. Горизонтально расположенный деревянный стержень массы m=0,8 кг и длины l=1,8 м может вращаться вокруг перпендикулярной к нему вертикальной оси, проходящей через его середину. В конец стержня попадает и застревает в нём пуля

массы m_1=3 г, летящая перпендикулярно к оси и к стержню со скоростью V=50 м/с. Определить угловую скорость ω, с которой начинает вращаться стержень.

81. Однородный диск радиусом 0,2 м и массой 5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости вращения диска от времени дается уравнением: $\omega(t)=A+Bt$, где B=8 рад/с^2. Найти величину касательной силы, приложенной к ободу диска. Трением пренебречь.

82. На барабан радиусом 0,5 м намотан нерастяжимый, невесомый шнур, к концу которого привязан груз массой 10 кг. Найти момент инерции барабана, если известно, что груз опускается с ускорением 2 м/с^2.

83. Диск массой 2 кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью 4 м/с. Найти кинетическую энергию диска.

84. Шар диаметром 6 см катится без скольжения по горизонтальной плоскости, делая 4 об/с. Масса шара 1 кг. Найти кинетическую энергию шара.

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

86. На однородный сплошной цилиндр массы M и радиуса R намотана легкая нить, к концу которой прикреплено тело массы m. В момент t=0 тело пришло в движение. Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти зависимость от t: 1) угловой скорости цилиндра; 2) кинетической энергии всей системы.

87. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы m_1=280 кг, масса человека m_2=80 кг. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

88. Платформа в виде диска диаметром D=3 м и массой m_1=180 кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой m_2=70 кг со скоростью V_2=1,8 м/с относительно платформы?

89. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром D=0,8 м и массой m_1=6 кг стоит человек массой m_2=60 кг. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой m=0,5 кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии r=0,4 м от оси скамьи. Скорость мяча V=5 м/с.

90. На краю платформы в виде диска диаметром D=2 м, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой n_1=8 мин$^{-1}$, стоит человек массой m_1=70 кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой n_2=10 мин$^{-1}$. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

91. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой 0,4 кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью 20 м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии 0,8 м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой

скоростью начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи равен 6 кг·м^2?

92. Однородный стержень длиною 85 см подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец. Какую наименьшую скорость надо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?

93. Столб высоты h=3 м и массы m=50 кг падает из вертикального положения на землю. Определить модуль момента импульса L столба относительно точки опоры и скорость V верхнего конца столба в момент удара о землю.

94. Карандаш длиной L=15 см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую ω и линейную V скорости будет иметь в конце падения: 1) середина карандаша; 2) верхний его конец. Считать, что трение настолько велико, что нижний конец карандаша не проскальзывает.

95. Определить скорость поступательного движения сплошного цилиндра, скатившегося с наклонной плоскости высотой h=20 см.

96. Вывести формулу для расчета момента инерции J ротора относительно оси, проходящей через центр масс. Высота ротора h, внутренний диаметр d_1, внешний диаметр d_2, плотность материала, из которого изготовлен ротор ρ.

97. Вывести формулу для момента инерции сплошного шара радиусом R и массой m относительно оси, проходящей через центр шара.

98. Определить момент силы M, который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой n=12 с$^{-1}$, чтобы он остановился в течение времени t=8 с. Диаметр блока D=30 см. Массу блока m=6 кг считать равномерно распределенной по ободу.

99. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению: $\varphi=At+Bt^3$, где A=2 рад/с, B=0,2 рад/с^3. Определить вращающий момент М, действующий на стержень в момент времени t=2 с, если момент инерции стержня J=0,048 кг·м^2.

100. Обруч и диск имеют одинаковую массу, радиус и катятся без скольжения с одинаковой линейной скоростью V. Кинетическая энергия обруча 40 Дж. Найти кинетическую энергию диска.

Элементы специальной теории относительности

101. Ракета движется относительно неподвижного наблюдателя на Земле со скоростью $v = 0{,}99c$. Найти, как изменятся линейные размеры тел и плотность вещества в ракете (по линии движения) для неподвижного наблюдателя; какое время пройдет по часам неподвижного наблюдателя, если по часам, движущимся вместе с ракетой, прошел один год.

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

103. До какой энергии $E_к$ можно ускорить частицы (электроны и протоны) в циклотроне, если относительное увеличение массы частицы не должно превышать 5%?

104. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его предельные размеры уменьшились в два раза?

105. Какому изменению массы соответствует энергия, вырабатываемая за 1 час электростанцией мощностью $2{,}5\cdot10^6$ кВт?

106. Серпуховский ускоритель разгоняет протоны до кинетической энергии 76 ГэВ. Найти: 1) массу, 2) скорость ускоренного протона.

107. Две ракеты движутся равномерно и прямолинейно с относительной скоростью $v = 0{,}6c$. Какое время пройдет для наблюдателя во второй ракете за 8 часов, прошедших для наблюдателя в первой ракете? Как изменится промежуток времени между двумя событиями во второй ракете с точки зрения наблюдателя, находящегося в первой ракете?

108. Две ракеты движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = v_2 = 3c/4$ по отношению к неподвижному наблюдателю. Найти скорость сближения ракет по классической и релятивистской формулам сложения скоростей.

109. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

110. Найти скорость космической частицы, если ее полная энергия в k раз превышает энергию покоя.

111. При какой скорости кинетическая энергия любой элементарной частицы равна ее энергии покоя?

112. Найти в системе наблюдателя угол между диагоналями квадрата (см. рис.7), движущегося со скоростью $0{,}9c$ в направлении, параллельном одной из сторон.

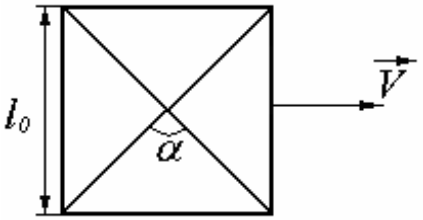

Рис. 7

113. Насколько увеличится масса частицы, заряд которой равен ze, после прохождения ускоряющей разности потенциалов U.

114. Протон влетает со скоростью $v = 0{,}9c$ в тормозящее электрическое поле. Какую разность потенциалов он сможет преодолеть?

115. Скорость частицы с массой покоя m_0 составляет $v = 0{,}99c$. Найти, во сколько раз увеличится масса частицы.

116. Масса движущегося электрона в $n = 5$ раз больше его массы покоя. Найти полную и кинетическую энергии электрона.

117. Выразить в джоулях и мегаэлектронвольтах энергии покоя электрона, протона, 1 атомной единицы массы, массы в один килограмм.

118. Солнце излучает ежеминутно энергию $E = 6{,}6\cdot10^{21}$ кВтч. Считая излучение Солнца постоянным, найти, за какое время масса Солнца уменьшится вдвое (1 кВтч=$3{,}6\cdot10^6$ Дж).

119. Мощность излучения Солнца $N \approx 4\cdot10^{26}$ Вт. Насколько уменьшается ежесекундно масса Солнца? С каким ускорением двигалось бы Солнце и какую скорость оно приобрело бы за 1 год, если бы весь свет испускался только в одном направлении («фотонный двигатель»)?

120. Определить импульс протона, масса которого равна массе покоя изотопа ^4He. Какую ускоряющую разность потенциалов должен был пройти протон, чтобы приобрести этот импульс?

121. На сколько процентов изменятся продольные размеры протона и электрона после прохождения ими разности потенциалов $U = 10^6$ В?

122. Какова должна быть кинетическая энергия протона, чтобы его продольный размер стал в 4 раза меньше поперечного?

123. Какова должна быть кинетическая энергия электрона, чтобы его собственное время стало в $n = 6$ раз меньше лабораторного?

124. Какова должна быть кинетическая энергия частицы с массой покоя m_{01}, чтобы ее масса была бы такой же, как и масса частицы с массой покоя m_{02}, ускоренной до энергии $E_{к2}$?

125. Частицы с зарядами $q_1 = z_1 e$ и $q_2 = z_2 e$ и с массами покоя m_{01} и m_{02} соответственно прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов, после чего масса частицы *1* составила $1/к$ массы частицы *2*. Найти разность потенциалов.

Механические колебания

126. Определить период T, частоту ν и начальную фазу φ колебаний, заданных уравнением: $x=A\sin\omega(t+\tau)$, где ω=2,5π с$^{-1}$, τ=0,4 с.

127. Точка совершает колебания по закону: $x=A\cos(\omega t+\varphi)$, где A=4 см. Определить начальную фазу φ, если: 1) $x(0)$=2 см и $V(0)<0$; 2) $x(0)$=2 см и $V(0)>0$. Построить векторную диаграмму для момента t=0.

128. Точка совершает колебания по закону $x = A\sin(\omega t + \varphi)$, где A=4 см. Определить начальную фазу φ, если: 1) $x(0)$=2 см и $V(0)<0$; 2) $x(0) = 2\sqrt{3}$ см и $V(0)>0$; 3) $x(0) = -2\sqrt{2}$ см и $V(0)<0$; 4) $x(0) = -2\sqrt{3}$ см и $V(0)>0$. Построить векторную диаграмму для момента t=0.

129. Точка равномерно движется по окружности против часовой стрелки с периодом T=6 с. Диаметр d окружности равен 20 см. Написать уравнение движения проекции точки на ось x, проходящую через центр окружности, если в момент времени, принятый за начальный, проекция на ось равна нулю. Найти смещение x, скорость V, ускорение a проекции точки в момент t=1 с.

130. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение x_{max} точки равно 10 см, наибольшая скорость V_{max}=20 см/с. Найти циклическую частоту ω колебаний и максимальное ускорение a_{max} точки.

131. Точка совершает гармонические колебания с периодом T=6 с и начальной фазой, равной нулю. Определить, за какое время, считая от начала движения, точка сместится от положения равновесия на половину амплитуды.

132. Точка совершает колебания по закону $x=A\sin\omega t$. В некоторый момент времени смещение x_1 точки оказалось равным 5 см. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение x_2 стало равным 8 см. Найти амплитуду A колебаний.

133. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $A_1 = 1$ см; $A_2 = 2$ см; ω=1 с$^{-1}$. Определить амплитуду A результирующего колебания, его частоту ν и начальную фазу φ результирующего колебания. Записать уравнение этого движения.

134. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой и имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ складываемых колебаний.

135. Складывают три гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами $T_1=T_2=T_3$=2 с и амплитудами $A_1=A_2=A_3$=3 см. Начальные фазы колебаний $\varphi_1=\pi/2$; $\varphi_2=\pi/3$; $\varphi_3=2\pi/3$. Определить амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания. Записать его уравнение. Построить векторную диаграмму сложения амплитуд.

136. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями: $x=A_1 sin\omega t$ и $y=A_2 cos\omega t$, где A_1=0,5 см и A_2=2 см. Найти уравнение траектории движения точки и построить ее, указав направление движения.

137. Колебания материальной точки происходят согласно уравнению: $x=Acos\omega t$, где A=8 см; $\omega=\pi/6$ с$^{-1}$. В момент времени, когда возвращающая сила в первый раз достигла значения F=-5 мН, потенциальная энергия точки стала равной Π=100 мкДж. Найти этот момент времени t и соответствующую ему фазу (ωt).

138. На стержне длиной l=30 см укреплены два одинаковых грузика: один - в середине стержня, другой - на одном из его концов. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину L и период T колебаний такой системы. Массой стержня пренебречь.

139. Математический маятник длиной l_1=40 см и физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной l_2=60 см синхронно колеблются около одной и той же горизонтальной оси. Определить расстояние между центром масс маятника и осью колебаний.

140. Математический маятник длиной l=1 м установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением a=2,5 м/с^2. Определить период T колебаний маятника.

141. Колебания точки происходят по закону $x = A\cos\omega t$. В некоторый момент времени смещение x точки равно 5 см, ее скорость V=20 см/с и ускорение a=-80 см/с^2. Найти амплитуду A, циклическую частоту, период T колебаний и фазу $(\omega t + \varphi)$ в рассматриваемый момент времени.

142. На концах тонкого стержня длиной l=30 см укреплены одинаковые грузики по одному на каждом конце. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку, удаленную на d=10 см от одного из концов стержня. Определить приведенную длину L и период T колебаний такого физического маятника. Массой стержня пренебречь.

143. Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной l=120 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на некоторое расстояние a от центра масс стержня. При каком значении a период колебаний T имеет наименьшее значение?

144. Логарифмический декремент затухания тела, колеблющегося с частотой 50 Гц, равен 0,02. Определить: 1) время, за которое амплитуда колебаний тела уменьшится в 20 раз; 2) число полных колебаний тела, чтобы произошло подобное уменьшение амплитуды.

145. Тело массой m=0,6 кг, подвешенное к спиральной пружине жесткостью k=30 Н/м, совершает в некоторой среде упругие колебания. Логарифмический декремент колебаний Θ=0,01. Определить: 1) время, за которое амплитуда колебаний уменьшится в 3 раза; 2) число полных колебаний, которые должна совершить гиря, чтобы произошло подобное уменьшение амплитуды.

146. За время, в течение которого система совершает N=50 полных колебаний, амплитуда уменьшается в 2 раза. Определить добротность Q системы.

147. Амплитуда затухающих колебаний математического маятника за 1 мин уменьшилась в 3 раза. Определите, во сколько раз она уменьшится за 4 мин.

148. Гиря массой m=0,5 кг, подвешенная на спиральной пружине жесткостью k=50 Н/м, совершает колебания в вязкой среде с коэффициентом сопротивления r=0,5 кг/с. На верхний конец пружины действует вынуждающая сила, изменяющаяся по закону $F = 0{,}1\cos\omega t$ Н. Определить для данной колебательной системы: 1) коэффициент затухания δ; 2) резонансную амплитуду $A_{\text{рез}}$.

149. Тело массой m=100 г, совершая затухающие колебания, за $\tau = 1$ мин потеряло 40% своей энергии. Определите коэффициент сопротивления r.

150. Звуковые колебания, имеющие частоту ν=0,5 кГц и амплитуду A=0,25 мм, распространяются в упругой среде. Длина волны λ=70 см. Найти: 1) скорость V распространения волн; 2) максимальную скорость V_{max} частиц среды.

Электростатика

151. Три одинаковых точечных заряда q_1=q_2=q_3=2 мкКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной a=10 см. Определить по величине и направлению силу F, действующую на один из зарядов со стороны двух других.

152. Тонкий полубесконечный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью заряда τ=1 нКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии r_0=10 см от его конца находится точечный заряд q_1=2 нКл (см. рис.8). Определить силу взаимодействия стержня и точечного заряда q_1.

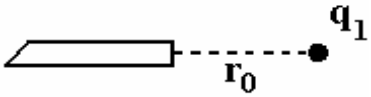

Рис. 8

153. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $q_1=q_2=q_3=q_4=0{,}8$ нКл. Какой отрицательный заряд q нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?

154. Тонкая полубесконечная нить равномерно заряжена с линейной плотностью заряда τ=2 нКл/м. На перпендикуляре к нити, проходящем через ее конец, на расстоянии r_0=10 см находится точечный заряд q_1=1 нКл (см. рис.9). Определить силу взаимодействия заряда с нитью.

Рис. 9

155. Точечные заряды q_1=20 мкКл и q_2=-10 мкКл находятся на расстоянии d=5 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на r_1=3 см от первого и r_2=4 см от второго заряда. Определить также силу F, действующую в этой точке на точечный заряд q=1 мкКл.

156. Тонкий стержень длиной L=20 см равномерно заряжен с линейной плотностью заряда τ=100 нКл/м (см. рис.10). Найти напряженность поля в точке, которая отстоит от стержня на расстоянии r_0=10 см и находится на перпендикуляре, проходящем через один из концов стержня.

Рис. 10

157. Два точечных заряда $q_1=2q$ и $q_2=-q$ находятся на расстоянии d=10 см друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность поля в которой равна нулю.

158. Тонкое полукольцо радиуса R=20 см заряжено равномерно зарядом q=2 мкКл. В центре кривизны полукольца находится точечный заряд q_1=40 нКл (см. рис.11). Определить силу взаимодействия полукольца и заряда.

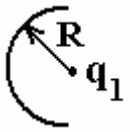

Рис. 11

159. В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды q=2 нКл. Определить напряженность электростатического поля: 1) в центре квадрата; 2) в середине одной из сторон квадрата.

160. Тонкая бесконечная нить согнута под углом 90°. Нить несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью τ=1 мкКл/м (см. рис.12). Определить силу, действующую на точечный заряд q_1=0,2 мкКл, расположенный на продолжении одной из сторон и удаленный от вершины угла на r_0=50 см.

Рис. 12

161. На шелковой нити висит шарик, масса которого m=0,5 г, а заряд q=9,8 нКл. На какой угол отклонится нить, если шарик внести в горизонтальное однородное электрическое поле с напряженностью 50 кВ/м.

162. Тонкий стержень длиной L=12 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью τ=200 нКл/м (см. рис.13). Найти напряженность поля в точке, находящейся на расстоянии r_0=10 см от конца стержня на продолжении его оси.

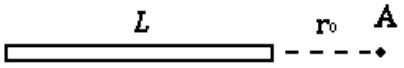

Рис. 13

163. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду в 2 нКл, помещен отрицательный заряд q_0=-3 нКл. Найти величину силы, действующей на один из зарядов в вершине. Сторона квадрата равна 10 см.

164. Тонкое кольцо радиуса R=20 см равномерно заряжено зарядом q=2 нКл (см. рис.14). Найти напряженность поля на оси кольца на расстоянии h=10 см от его центра.

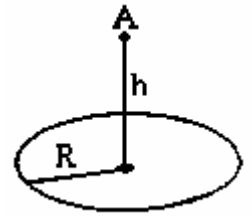

Рис. 14

165. Тонкая нить, изогнутая по дуге окружности радиуса R, заряжена с линейной плотностью заряда τ=10 нКл/м. Определить потенциал электрического поля, создаваемого нитью в точке O, совпадающей с центром кривизны дуги. Длина нити равна 1/3 длины окружности.

166. Электростатическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно одноименными зарядами с поверхностной плотностью соответственно σ_1=2 нКл/м^2 и σ_2=4 нКл/м^2. Определить напряженность электростатического поля: 1) между плоскостями; 2) за пределами плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной плоскостям.

167. Электрическое поле создано двумя равномерно заряженными с линейными плотностями $\tau_1=\tau_2$=10 мкКл/м нитями, изогнутыми в виде полуколец, расположенных в одной плоскости, как показано на рис.15. Считая радиусы полуколец R и R/2 (R=2 см), найти модуль и направление вектора напряженности поля в центре окружностей.

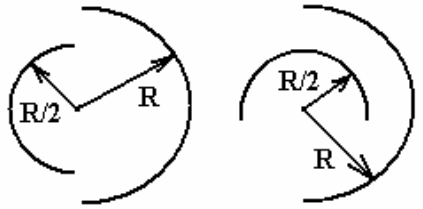

Рис. 15

168. Металлический шар радиусом 5 см несет заряд q=10 нКл. Определить потенциал электростатического поля: 1) на поверхности шара; 2) на расстоянии a=2 см от его поверхности. Построить график зависимости $\varphi(r)$.

169. На отрезке прямого провода AB равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ=1 мкКл/м (см. рис.16). Определить работу сил поля по перемещению заряда q=1 нКл из точки C в точку $Д$. $AB=BC=CД=L$.

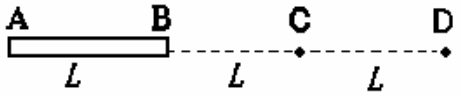

Рис. 16

170. 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. Определить напряженность 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. Построить график зависимости $E(r)$.

171. Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом R_1=1,5 мм заряжен с линейной плотностью τ_1=0,20 нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом R_2=3 мм заряжен с линейной плотностью τ_2=-0,15 нКл/м. Пространство между проводниками заполнено резиной ε=3. Определить напряженность электростатического поля в точках: 1) r_1=1 мм; 2) r_2=2 мм, 3) r_3=5 мм. Построить график зависимости $E(r)$.

172. Электрическое поле создано точечным зарядом. В точке, удаленной от заряда на 12 см, потенциал поля равен φ=-24 В. Определить значение и направление градиента потенциала в этой точке.

173. Определить электроемкость плоского конденсатора с двумя слоями диэлектриков: фарфора толщиной d_1=2 мм, диэлектрической проницаемостью ε_1=6 и эбонита толщиной d_2=1,5 мм, диэлектрической проницаемостью ε_2=2,6, если площадь пластин 100 см^2.

174. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов U_1=500 В. Площадь пластин S=200 см^2; расстояние между ними d_1=1,5 мм. Пластины раздвинуты до расстояния d_2=15 мм. Найти энергию W_1 и W_2 конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением: 1) отключался; 2) не отключался.

175. Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин S=500 см^2 подключен к источнику тока, ЭДС которого ε=300 В. Определить работу внешних сил по раздвижению пластин от расстояния d_1=1 см до d_2=3 см в двух случаях: 1) пластины перед раздвижением отключаются от источника тока; 2) пластины в процессе раздвижения остаются подключенными к нему.

Постоянный ток

176. Определить суммарный заряд, прошедший по проводнику с сопротивлением 5 Ом при равномерном нарастании напряжения на концах проводника от 2 В до 8 В в течение 10 секунд.

177. Сила тока в проводнике меняется со временем по закону $I=I_0 sin\omega t$. Найти заряд q, протекающий через поперечное сечение проводника за половину периода T, если амплитудное значение силы тока I_0=10 А, циклическая частота ω=50π с$^{-1}$.

178. Цепь составлена из девяти проводников, образующих шестиугольник с диагоналями, исходящими из одной и той же вершины (см. рис.17). Сопротивление каждого из проводов равно r. Определить сопротивление всей цепи между точками A и B.

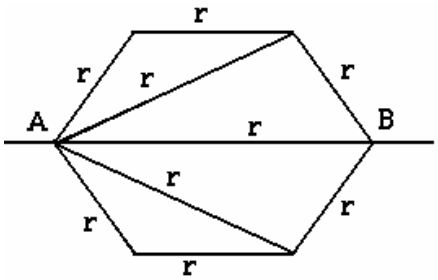

Рис. 17

179. Определить число электронов, проходящих в секунду через единицу площади поперечного сечения железной проволоки длиной l=20 м при напряжении на ее концах U=16 В. Удельное сопротивление железа 8,7·10^{-8} Ом·м.

180. Шаровой слой, образованный концентрическими сферами из идеального проводника, заполнен веществом с удельным сопротивлением ρ. Чему равно сопротивление R этого шарового слоя, если его внешний радиус R_1, а внутренний R_2?

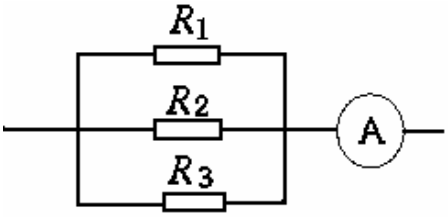

Рис. 18

181. В цепи амперметр показывает силу тока I=1,5 А. Сила тока через сопротивление R_1 равна I_1=0,5

А. Сопротивления: R_2=2 Ом; R_3=6 Ом (см. рис.18). Определить сопротивление R_1, а также силу токов I_2 и I_3, протекающих через сопротивления R_2 и R_3.

182. При внешнем сопротивлении R_1=8 Ом сила тока в цепи I_1=0,8 А, при сопротивлении R_2=15 Ом сила тока I_2=0,5 А. Определить силу тока $I_{кз}$ короткого замыкания источника ЭДС.

183. Батарея включена на сопротивление R_1=10 Ом и дает ток силой I_1=3 А. Если ту же батарею включить на сопротивление R_2=20 Ом, то сила тока будет I_2=1,6 А. Найти ЭДС ε и внутреннее сопротивление батареи r.

184. Сила тока в проводнике сопротивлением R=10 Ом меняется со временем по закону $I=I_0e^{-\alpha t}$. Начальная сила тока I_0=20 А, $\alpha=10^2$ с$^{-1}$. Определить теплоту, выделившуюся в проводнике за время $t=10^{-2}$ с.

185. Ток в проводнике сопротивлением R=10 Ом за время t=50 с равномерно нарастает от I_1=5 А до I_2=10 А. Определить теплоту Q, выделившуюся за это время в проводнике.

186. Мост Уитстона находится в равновесии, т.е. сила тока, идущего через гальванометр равна нулю. Найти силу тока в отдельных ветвях моста. R_1=30 Ом, R_2=45 Ом, R_3=200 Ом. ЭДС генератора ε=2 В (см. рис.19). Сопротивлением генератора пренебречь.

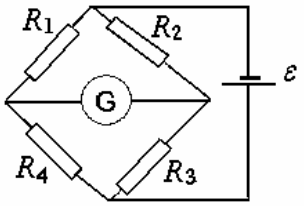

Рис. 19

187. Какую максимальную силу тока можно пропустить в течение 5 с через свинцовый предохранитель, поперечное сечение которого 1 мм^2, а начальная температура 27°С. (C=126 Дж/(кг·К); $\lambda=2{,}26\cdot10^4$ Дж/кг; $t_{плав}$=327°С; $\rho=1{,}13\cdot10^4$ кг/м^3; $\rho_{эл}=2{,}2\cdot10^{-7}$ Ом·м).

188. В приведенной схеме ε_1=1 В, ε_2=2 В, ε_3=3 В, $r_1=r_2=r_3$=0,2 Ом, R_1=5 Ом, R_2=10 Ом, R_3=15 Ом, R_a=12 Ом (см. рис.20). Какую силу тока показывает амперметр?

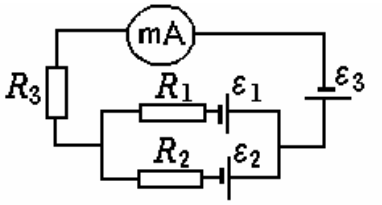

Рис. 20

189. ЭДС батареи ε=80 В, внутреннее сопротивление r=5 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность P=100 Вт. Определить силу тока I в цепи, напряжение U, под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление R.

190. На рисунке 21 изображена схема, в которой $R_1=R$, $R_2=2R$, $R_3=3R$, $R_4=4R$, U_0, C. Найдите заряд на конденсаторе.

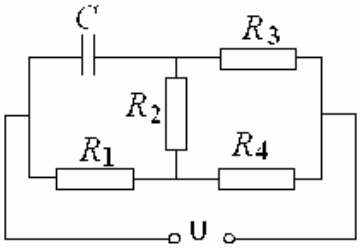

Рис. 21

191. От источника с напряжением ε=100 кВ требуется передать на расстояние l=5 км мощность P=5000 кВт. Допустимая потеря напряжения в проводах 1%. Рассчитать минимальное сечение S медного провода, пригодного для этой цели. Удельное сопротивление меди $\rho=1{,}7\cdot10^{-6}$ Ом·см.

192. ЭДС батареи ε=12 В. При силе тока I=4 А КПД батареи η=0,6. Определить внутреннее сопротивление r батареи.

193. Определить силы токов на всех участках электрической цепи, если ε_1=8 В, ε_2=12 В, R_1=1 Ом, R_2=1 Ом, R_3=4 Ом, R_4=2 Ом (см. рис.22). Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

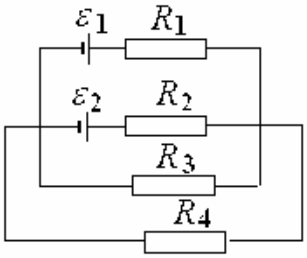

Рис. 22

194. Намотка в электрической кастрюле состоит из двух одинаковых секций. Сопротивление каждой секции 20 Ом. Через сколько времени закипит 2,2 л воды, если: 1) включена одна секция; 2) обе секции включены последовательно; 3) обе секции включены параллельно? Начальная температура воды 16°С, напряжение в сети 220 В, КПД нагревателя 85%, плотность воды 1000 кг/м^3, удельная теплоемкость 4200 Дж/(кг·К).

195. Определить силу тока I_3 в проводнике сопротивлением R_3 (см. рис.23) и напряжение U_3 на концах этого проводника, если ε_1=6 В, ε_2=8 В, R_1=4 Ом, R_2=8 Ом, R_3=6 Ом. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

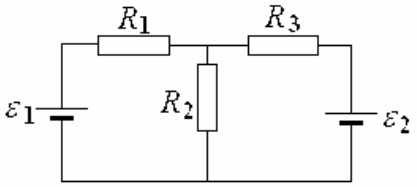

Рис. 23

196. От батареи, ЭДС которой ε=600 В, требуется передать энергию на расстояние l=1 км. Потребляемая мощность P=5 кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных подводящих проводов d=0,5 см.

197. Три сопротивления R_1=6 Ом, R_2=3 Ом, R_3=2 Ом, а также источник тока ε_1=2,2 В соединены, как показано на рис.24. Определить ЭДС источника, который надо подключить в цепь между точками A и B, чтобы в проводнике сопротивлением R_3 протекал ток силой I_3=1 А в направлении, указанном стрелкой. Сопротивлением источников тока пренебречь.

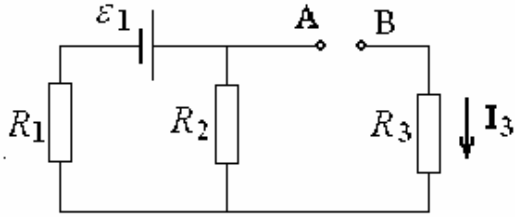

Рис. 24

198. Вычислить работу сил стационарного электрического поля, совершаемую за 10 секунд над свободными зарядами в медном проводнике длиной 50 см, с поперечным сечением 1 мм^2, если плотность тока 10 А/мм^2. Удельное сопротивление меди ρ=1,7·10^{-8} Ом·м.

199. В схеме R_2=20 Ом, R_3=15 Ом и сила тока, текущего через сопротивление R_2, равна 0,3 А. Амперметр показывает 0,8 А (см. рис.25). Найти сопротивление R_1.

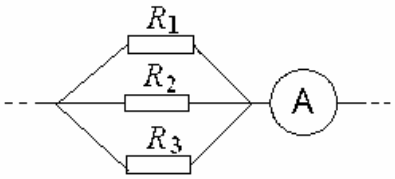

Рис. 25

200. Обкладкам конденсатора емкости C=2 мкФ сообщаются разноименные заряды величины q_0=1 мКл. Затем обкладки замыкаются через сопротивление R=5 кОм. Найти: а) закон изменения тока, текущего через сопротивление, б) заряд q, прошедший через сопротивление за 2 мс, в) количество тепла Q, выделившееся в сопротивлении за то же время.

Магнитное поле

201. По двум длинным прямолинейным проводам, находящимся на расстоянии r=5 см друг от друга в воздухе текут токи силой 10 А каждый. Определить магнитную индукцию поля, создаваемого в точке, лежащей посередине между проводами, для случаев: а) провода параллельны, токи в одном направлении; б) провода параллельны, токи в разных направлениях, в) провода перпендикулярны.

202. Определить магнитную индукцию $\vec{B}$ поля, создаваемого отрезком бесконечно длинного прямого проводника в точке, равноудаленной от концов отрезка и находящейся на расстоянии R=4 см от его середины. Длина отрезка проводника равна 20 см, а сила тока в нем I=10 А.

203. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам, расстояние между которыми d=15 см, текут токи I_1=70 А и I_2=50 А в противоположных направлениях. Определить магнитную индукцию в точке A, удаленной на r_1=20 см от первого и r_2=30 см от второго проводника.

204. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб (плоскую петлю) радиусом R=10 см. Определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого этим током, в случаях изображенных на рис.26.

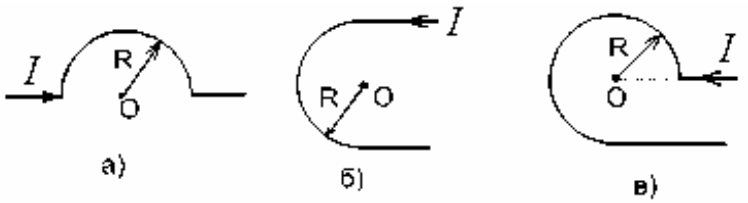

Рис. 26

205. Определить магнитную индукцию поля в центре проволочной квадратной рамки со стороной a=15 см, если по рамке течет ток I=5 А.

206. Ток в 20 А идет по длинному проводнику, согнутому под прямым углом (см. рис.27). Найти магнитную индукцию поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см.

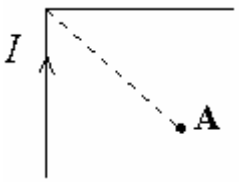

Рис. 27

207. Определить магнитную индукцию поля в центре проволочной прямоугольной рамки со сторонами a=10 см, b=20 см, если по рамке течет ток I=5 А.

208. По проводнику, изогнутому в виде окружности, течет ток. Напряженность магнитного поля в центре окружности H_1=50 А/м. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Определить напряженность H_2 магнитного поля в точке пересечения диагоналей этого квадрата.

209. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1 кВ, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное направлению его движения. Индукция магнитного поля равна B=1,19·10^{-3} Тл. Найти: 1) радиус кривизны траектории электрона; 2) период обращения его по окружности.

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

211. Заряженная частица с кинетической энергией $W_к$=2 кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом R=4 мм. Определить силу, действующую на частицу со стороны поля.

212. В однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ расположен тонкий проводник в виде полуокружности радиуса R, по которому течет ток I. Направление тока и вектора магнитной индукции указано на рис.28. Определите силу, действующую на проводник.

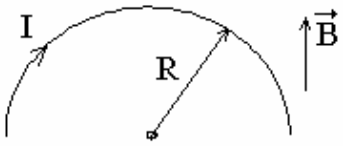

Рис. 28

213. По трем параллельным прямым проводникам, находящимся на одинаковом расстоянии d=20 см друг от друга, текут токи одинаковой силы I=400 А. В двух проводниках направления токов совпадают. Вычислить силу F, действующую на единицу длины каждого провода.

214. По сплошному бесконечному цилиндрическому проводнику R=1 см течет ток j=2 А/м^2. Рассчитать магнитное поле внутри проводника на расстоянии r_1=0,6 см от оси и вне проводника на расстоянии r_2=2 см от его оси.

215. Ток I=10 А течет по полой тонкостенной трубе радиусом 5 см и возвращается по проводнику, проложенному по оси трубы (см. рис.29). Выбрать метод расчета и рассчитать магнитное поле на расстояниях r_1=2 см и r_2=6 см от оси трубы, которую считать бесконечно длинной.

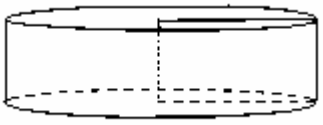
Рис. 29

216. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью 2 МА/м^2. Найти циркуляцию вектора $\vec{B}$ вдоль окружности радиуса 5 мм, проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол 30° с вектором плотности тока.

217. Прямой бесконечный проводник с током I_1=5 А и прямоугольная рамка с током I_2=3 А расположены в одной плоскости так, что сторона рамки a=1 м параллельна прямому току и отстоит от него на r_1=0,1·b, где b - длина другой стороны рамки. Определить, какую работу необходимо совершить для того, чтобы повернуть рамку на 90° относительно оси OZ, параллельной прямому току и проходящей через середины противоположных сторон рамки b.

218. Прямой провод длиной l=40 см, по которому течет ток силой I=100 А, движется в однородном магнитном поле с индукцией B=0,5 Тл. Какую работу A совершат силы, действующие на провод со стороны поля, переместив его на d=40 см, если направление перемещения перпендикулярно линиям индукции и проводу?

219. Ток I течет по тонкому проводнику, изогнутому как показано на рис.30. Найти магнитную индукцию B в точке O. Необходимые данные указаны на рис.

220. Квадратный контур со стороной a=10 см, в котором течет ток силой I=6 А, находится в магнитном поле с индукцией B=0,8 Тл. Плоскость контура расположена под углом α=50° к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму с квадрата на окружность?

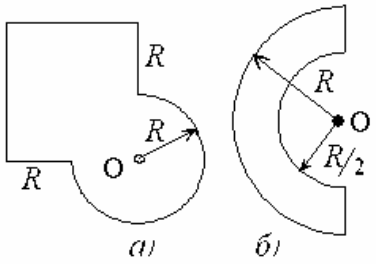

Рис. 30

221. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока I=60 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией B=20 мТл. Диаметр витка d=10 см. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\alpha=\pi/3$?

222. Квадратная проволочная рамка со стороной a и прямой длинный проводник с постоянным током I лежат в одной плоскости. Индуктивность рамки L, ее сопротивление R. Рамку повернули на 180° вокруг оси OO' и остановили (см. рис.31). Найти количество электричества, протекшее в рамке. Расстояние между осью OO' и прямым проводником b.

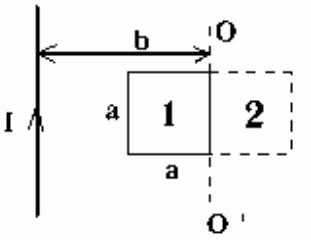

Рис. 31

223. По длинному прямому проводу течет ток. Вблизи провода расположена квадратная рамка из тонкого провода сопротивлением R=0,02 Ом. Провод лежит в плоскости рамки и параллелен двум ее сторонам, расстояния до которых от провода соответственно равны a_1=10 см, a_2=20 см. Найти силу тока I в проводе, если при его включении через рамку протекло количество электричества q=693 мкКл.

224. В магнитном поле, индукция которого изменяется по закону $\vec{B}=(a+bt^2)\vec{i}$, где $a=10^{-1}$ Тл; $b=10^{-2}$ Тл/с^2, $\vec{i}$ - единичный вектор оси OX, расположена квадратная рамка со стороной l=20 см, причем плоскость рамки перпендикулярна $\vec{B}$. Определить ЭДС индукции в рамке в момент времени t=5 с.

225. В плоскости квадратной рамки сопротивлением R=7 Ом и стороной a=20 см расположен на расстоянии r=20 см от рамки прямой бесконечный проводник. Сила тока в проводнике изменяется по закону $I=At^3$, где A=2 А/с^3. Проводник параллелен одной из сторон рамки. Определить силу тока в рамке в момент времени t=10 с.

Электромагнитные колебания

226. Катушка индуктивностью L=1 мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром D=20 см каждая, соединены параллельно. Расстояние d между пластинами равно 1 см. Определить период T колебаний.

227. Колебательный контур имеет индуктивность L=1,6 мГн, электроемкость C=0,04 мкФ и максимальное напряжение U_{max} на зажимах, равное 200 В. Определить максимальную силу тока I_{max} в контуре. Сопротивление контура ничтожно мало.

228. Индуктивность L колебательного контура равна 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость C контура, чтобы он резонировал на длину волны λ=300 м?

229. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью L=25 мГн, конденсатор емкостью C=10 мкФ и резистор сопротивлением R=1 Ом. Определить: 1) период колебаний контура; 2) логарифмический декремент затухания колебаний.

230. Какую индуктивность надо включить в колебательный контур, чтобы при емкости $C=2$ мкФ получить звуковую частоту $\nu=1000$ Гц? Сопротивлением контура пренебречь.

231. Ток в колебательном контуре изменяется со временем по закону: $I = 0{,}01\cos 1000t$. Найти индуктивность контура, зная, что емкость его конденсатора $C = 0{,}2$ мкФ.

232. Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивностью L=0,1 Гн и конденсатор, со временем изменяется согласно уравнению: $I = -0{,}1\sin 200\pi t$ А. Определите: 1) емкость конденсатора; 2) максимальное напряжение на обкладках конденсатора; 3) максимальную энергию электрического поля.

233. Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивностью L=0,2 Гн и конденсатор, со временем изменяется согласно уравнению: $I = -0{,}2\sin 100\pi t$ А. Определите: 1) период колебаний; 2) емкость конденсатора; 3) максимальную энергию магнитного поля.

234. Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре имеет вид: $U = 50\cos 10^4\pi t$ В. Емкость конденсатора $C = 0{,}1$ мкФ. Найти: 1) период T колебаний; 2) индуктивность L контура, 3) закон изменения со временем тока $I(t)$ в цепи; 4) длину волны λ, соответствующую этому контуру.

235. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 48$ мкФ, катушки индуктивностью L=24 мГн и активного сопротивления $R = 20$ Ом. Определить частоту свободных электромагнитных колебаний в этом контуре. Насколько изменится частота, если пренебречь активным сопротивлением катушки?

236. Колебательный контур, состоящий из воздушного конденсатора с двумя пластинами площадью $S = 100$ см^2 каждая и катушки с индуктивностью L=1 мкГн резонирует на волну длиной $\lambda = 10$ м. Определить расстояние d между пластинами конденсатора.

237. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью L=1,2 мГн и конденсатора переменной электроемкости от $C_1 = 12$ пФ до $C_2 = 80$ пФ. Определить диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

238. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L=0,2 мГн и конденсатора площадью пластин $S = 155$ см^2, расстояние между которыми d=1,5 мм. Зная, что контур резонирует на длину волны $\lambda = 630$ м, определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора.

239. Колебательный контур содержит соленоид, длина которого $l = 5$ см, площадь поперечного сечения $S_1 = 1{,}5$ см^2, число витков $N = 500$, и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого d=1,5 мм, площадь пластин $S_2 = 100$ см^2. Определите частоту ω_0 собственных колебаний контура.

240. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L=10 мГн, конденсатора емкостью $C = 0{,}1$ мкФ и резистора сопротивлением $R = 20$ Ом. Определите, через сколько полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшается в e раз.

241. Определите логарифмический декремент, при котором энергия колебательного контура за 5 полных колебаний уменьшается в 8 раз.

242. Частота затухающих колебаний в колебательном контуре с добротностью $Q = 2500$ равна $\nu = 550$ кГц. Определите время, за которое амплитуда силы тока в этом контуре уменьшится в 4 раза.

243. Определите резонансную частоту колебательной системы, если собственная частота колебаний $\nu_0 = 300$ Гц, а логарифмический декремент $\Theta = 0{,}2$.

244. Скорость распространения электромагнитных волн в некоторой среде составляет $\upsilon = 250$ Мм/с. Определите длину волны электромагнитных волн в этой среде, если их частота в вакууме $\nu_0 = 1$ МГц.

245. Электромагнитная волна с частотой $\nu = 5$ МГц переходит из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$ в вакуум. Определите приращение ее длины волны.

246. Радиолокатор обнаружил в море подводную лодку, отраженный сигнал от которой дошел до него за $t = 36$ мкс. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость воды $\varepsilon = 81$, определите расстояние от локатора до подводной лодки.

247. Определите длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_{\max} = 50$ нКл, а максимальная сила тока в контуре $I_{\max} = 1{,}5$ А. Активным сопротивлением контура пренебречь.

248. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна $\lambda = 12$ м. пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_{\max}$, если максимальная сила тока в контуре $I_{\max} = 1$ А.

249. Найти отношение энергии магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля $W_м / W_э$ для момента времени $t = T/8$.

250. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 7$ мкФ и катушки с индуктивностью L=0,23 Гн и сопротивлением $R = 40$ Ом. Обкладки конденсатора имеют заряд $q = 0{,}56$ мКл. Найти период T колебаний контура и логарифмический декремент затухания колебаний. Написать уравнение изменения со временем разности потенциалов $U(t)$ на обкладках конденсатора.