

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»
Кафедра «Общая физика»

ФИЗИКА

Методические указания по выполнению контрольных работ
и расчетно-графических заданий
для студентов инженерно-технических направлений
и специальностей заочной формы обучения

Комсомольск-на-Амуре
2012

Физика : методические указания по выполнению контрольных работ и расчетно-графических заданий для инженерно-технических направлений и специальностей заочной формы обучения / сост. М. А. Перегудова. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2012. – 55 с.

Приводятся задачи по основным разделам курса общей физики: «Физические основы механики. Элементы теории относительности», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электромагнетизм», «Колебания и волны», «Волновая и квантовая оптика». Предлагаемые контрольно-измерительные материалы соответствуют программам инженерно-технических направлений и специальностей.

Данные методические указания составлены с расчетом на самостоятельную работу при изучении дисциплины «Общая физика», а также как методическое руководство для выполнения расчетно-графических заданий и контрольных работ. Могут быть использованы при проведении практических занятий у студентов заочной формы обучения.

Методические указания предназначены для студентов заочной формы обучения инженерно-технических направлений и специальностей. Также могут использоваться студентами очной, вечерней и дистанционной форм обучения.

Печатается по постановлению редакционно-издательского совета ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет».

Согласовано с отделом менеджмента качества.

Рецензент Н. А. Калугина

Редактор Ю. Н. Осинцева

Подписано в печать 04.06.2012.

Формат 60 × 84 1/16. Бумага писчая. Ризограф RISO RZ 370EP.

Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,15. Тираж 500. Заказ 24910.

Редакционно-издательский отдел Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» 681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

Полиграфическая лаборатория Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» 681013, Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27.

УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ИЛИ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Для каждой специальности учебным планом предусмотрено отдельное количество контрольных работ и расчетно-графических заданий (РГЗ), необходимых при изучении курса общей физики. В таблице 1 приводится распределение контрольных работ и РГЗ с учетом вышесказанного. Количество задач в контрольной работе отличается от количества задач в расчетно-графическом задании (в одной контрольной работе 10 задач, в одном РГЗ – 5 задач), поэтому номера задач для РГЗ в таблицах с вариантами выделены жирным шрифтом.

Таблица 1 – Номера контрольных работ и РГЗ и таблиц вариантов

Направление специальности	Срок обучения	Номера РГЗ	Номера контрольных работ
Электроэнергетика и электротехника	5	РГЗ 1 (таблица 2)	K1 (таблица 4); K2 (таблица 5); K3 (таблица 7); K4 (таблица 8)
Электроника и микроэлектроника	5	-	K1 (таблица 3); K2 (таблица 5); K3 (таблица 7); K4 (таблица 8)
Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	5	РГЗ 1 (таблица 6) РГЗ 2 (таблица 8)	K1 (таблица 2); K2 (таблица 4)
Строительство	5	РГЗ 1 (таблица 2) РГЗ 2 (таблица 4) РГЗ 3 (таблица 5) РГЗ 4 (таблица 7) РГЗ 5 (таблица 8)	K1 (таблица 2); K2 (таблица 4); K3 (таблица 6); K4 (таблица 8)
Самолето- и вертолётостроение	6	-	K1 (таблица 2); K2 (таблица 4); K3 (таблица 6); K4 (таблица 8)

УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

К выполнению контрольных работ и РГЗ по каждому разделу физики студент, обучающийся по программе с сокращенным курсом часов, приступает только после изучения материала, соответствующего данному разделу программы.

При выполнении контрольных работ и РГЗ студенту необходимо руководствоваться следующим:

1. Контрольные работы и РГЗ выполняются чернилами в обычной школьной тетради, на обложке которой приводятся сведения по следующему образцу:

Студент гр. ИКТа1 Максимов А.С. Шифр 257320 Контрольная работа 1 по физике Вариант 10

2. Условия задач в контрольной работе и РГЗ переписываются полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради оставляются поля.

3. В конце контрольной работы или РГЗ указывается, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики (название учебника, автор, год издания).

4. В контрольной работе студент должен решить 10 задач, в расчетно-графическом задании – 5 задач. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу или РГЗ, определяются по таблице вариантов, выданных преподавателем.

5. При защите контрольной работы или РГЗ студент должен быть готов дать пояснения по существу решения задач, выданных преподавателем.

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

1. Прочитать условие задачи.
2. Записать условие задачи в кратком виде (выразить единицы измерения в «СИ») и искомые величины.
3. Выяснить, какие физические явления или процессы имеют место в данной задаче. Вспомнить физический смысл величин, характеризующих эти явления.
4. Сделать чертеж (схему, рисунок) по условию задачи, если это необходимо.
5. Записать формулы физических законов, используемых при решении задачи с объяснением физических величин, входящих в формулы.
6. Решить полученную систему уравнений в общем виде относительно искомых величин.
7. Произвести проверку единиц измерения.
8. Вычислить значения искомых величин с учетом правил приближенных вычислений.
9. Записать ответ.

1 МЕХАНИКА И ЭЛЕМЕНТЫ СТО

Таблица 2 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199
10	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200

Таблица 3 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
1	101	111	141	151	171	181	201	231	261	271
2	102	112	142	152	172	182	212	242	262	282
3	103	113	143	153	173	183	203	233	263	273
4	104	114	144	154	174	184	214	244	264	284
5	105	115	145	155	175	185	205	235	265	275
6	106	116	146	156	176	186	216	246	266	286
7	107	117	147	157	177	187	207	237	267	277
8	108	118	148	158	178	188	218	248	268	288
9	109	119	149	159	179	189	209	239	269	279
10	110	120	150	160	180	190	220	240	270	290

101. Точка движется по окружности радиусом $R = 4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $s = A + Bt^2$, где $A = 8$ м, $B = -2$ м/с². Определить момент времени, когда нормальное ускорение a_n точки равно 9 м/с². Найти скорость v , тангенциальное a_t и полное a ускорение точки в тот же момент времени t .

102. Материальная точка движется в плоскости xOy согласно уравнениям: $x = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $y = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $B_1 = 5$ м/с, $C_1 = -2$ м/с, $B_2 = -1$ м/с, $C_2 = 0,5$ м/с². Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени $t = 3$ с.

103. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением $a_t = 0,5$ м/с². Определить полное a ускорение точки на участке кривой с радиусом кривизны $R = 3$ м, если точка движется на этом участке со скоростью $v = 2$ м/с.

104. Точка движется по окружности радиусом $R = 40$ см с постоянным угловым ускорением ϵ . Определить тангенциальное ускорение a_t точки, если известно, что за время $t = 5$ с она совершила пять оборотов и в конце пятого оборота её нормальное ускорение $a_n = 3,4$ м/с².

105. По дуге окружности радиусом $R = 10$ м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки $a_n = 4,9$ м/с²; в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол $\varphi = 60^\circ$. Найти скорость v и тангенциальное ускорение a_t точки.

106. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью $v_1 = 16$ км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью $v_2 = 20$ км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью $v_3 = 4$ км/ч. Определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ велосипедиста.

107. Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1 = A_1 t + B_1 t^2 + C_1 t^3$ и $x_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$, где $A_1 = 4$ м/с, $B_1 = 8$ м/с², $C_1 = -16$ м/с³, $A_2 = 2$ м/с, $B_2 = -4$ м/с², $C_2 = 1$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости v_1 и v_2 точек в этот момент.

108. Движение точки задано уравнениями $x = A_1 t^2$ и $y = A_2 t^2$, где $A_1 = 1$ м/с², $A_2 = 2$ м/с. Найти уравнение траектории точки, ее скорости v и полное ускорение a в момент времени $t = 0,8$ с.

109. Две автомашины движутся по дорогам, угол между дорогами $\alpha = 60^\circ$. Скорость автомашин $v_1 = 60$ км/ч и $v_2 = 78$ км/ч. С какой скоростью v удаляются машины одна от другой?

110. Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью $v_0 = 12$ м/с и постоянным ускорением $a = -4$ м/с². Определить, во сколько раз путь Δs , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль её перемещения Δr спустя $t = 4$ с после начала отсчета времени.

111. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^\circ$. Пройдя путь $s = 36$ см, тело приобретает скорость $v = 2$ м/с. Найти коэффициент трения f тела о плоскость.

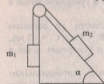


Рисунок 1

112. Невесомый блок укреплен в вершине наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$ (рисунок 1). Гири одинаковой массы $m_1 = m_2 = 2$ кг соединены невесомой и нерастяжимой нитью и перекинута через блок. Найти ускорение a , с которым движутся гири, и силу натяжения нитей T , если коэффициент трения второй гири о плоскость $f = 0,15$.

113. Вагон массой $m = 1$ т спускается по канатной железной дороге с уклоном $\alpha = 15^\circ$ к горизонту. Принимая

коэффициент трения $f = 0,05$, определить силу натяжения каната при торможении вагона в конце спуска, если скорость вагона перед торможением была $v_0 = 3$ м/с, а время торможения $t = 6$ с.

114. Камень, привязанный к верёвке длиной $l = 40$ см, равномерно вращается в вертикальной плоскости. При какой частоте вращения n верёвка разорвётся, если известно, что она разрывается при десятикратной силе тяжести, действующей на камень?

115. Гирька массой $m = 40$ г, привязанная к нити длиной $l = 35$ см, описывает в горизонтальной плоскости окружность. Частота вращения гирьки $n = 2$ об/с. Найти силу натяжения нити T .

116. Мотоциклист едет по горизонтальной дороге со скоростью $v = 80$ км/ч, делая поворот радиусом $R = 95$ м. На какой угол α при этом он должен наклониться, чтобы не упасть при повороте?

117. Два груза массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг соединены невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (рисунок 2). Найти ускорение a , с которым движутся гири, и силу натяжения нити T . Трением в блоке пренебречь.

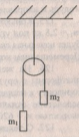


Рисунок 2

118. Через блок, укрепленный на краю стола, перекинута нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы, один из которых ($m_1 = 300$ г) движется по поверхности стола, а другой ($m_2 = 500$ г) – вдоль вертикали вниз. Коэффициент трения первого груза о стол $f = 0,1$. Считая нить и блок невесомыми, определите: 1) ускорение a , с которым движутся грузы; 2) силу натяжения T нити.

119. Система грузов из предыдущей задачи находится в лифте, движущемся вверх с ускорением $a = 5$ м/с². Определить силу натяжения нити T , если коэффициент трения между первым грузом и столом $f = 0,12$.

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

121. Человек массой $m_1 = 85$ кг, бегущий со скоростью $v_1 = 8$ км/ч, догоняет тележку массой $m_2 = 200$ кг, движущуюся со скоростью $v_2 = 4$ км/ч, и вскакивает на неё. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком? С какой скоростью будет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?

122. Снаряд, летевший со скоростью $v = 420$ м/с, в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40 % от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $u_1 = 160$ м/с. Определить скорость u_2 большего осколка.

123. Два конькобежца массами $m_1 = 80$ кг и $m_2 = 60$ кг, держась за концы длинного натянутого шнура, неподвижно стоят на льду один против другого. Один из них начинает укорачивать шнур, выбирая его со скоростью $v = 1$ м/с. С какими скоростями u_1 и u_2 будут двигаться конькобежцы? Трением пренебречь.

124. При горизонтальном полете со скоростью $v = 280$ м/с снаряд массой $m = 9$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $m_1 = 5$ кг получила скорость $u_1 = 430$ м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости u_2 меньшей части снаряда.

125. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой $m_1 = 2,8$ кг под углом $\alpha = 32^\circ$ к горизонту со скоростью $v = 12$ м/с. Какова будет начальная скорость v_0 движения конькобежца, если масса его $m_2 = 75$ кг? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.

126. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием 15 т. Орудие стреляет вверх под углом $\varphi = 60^\circ$ к горизонту в направлении пути. С какой скоростью v_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 23$ кг и он вылетает со скоростью $v_2 = 620$ м/с?

127. С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью $v_1 = 2$ м/с, в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной $u_1 = 5$ м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости u_2 человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки $m_1 = 200$ кг, масса человека $m_2 = 80$ кг.

128. Две одинаковые лодки массами $m = 230$ кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями $u = 2$ м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами $m_1 = 30$ кг. Определить скорости u_1 и u_2 лодок после перебрасывания грузов.

129. Человек, стоящий в лодке, сделал шесть шагов вдоль нее и остановился. На сколько шагов передвинулась лодка, если масса лодки: а) в два раза больше; б) в два раза меньше массы человека?

130. На сколько переместится относительно берега лодка длиной $l = 3,7$ м и массой $m_1 = 220$ кг, если стоящий на корме человек массой $m_2 = 76$ кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.

131. Определить КПД η неупругого удара бойка массой $m_1 = 0,7$ т, падающего на сваю массой $m_2 = 130$ кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.

132. Шар массой $m_1 = 3$ кг движется со скоростью $v_1 = 4$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 5$ кг, который движется ему навстречу

со скоростью $v_2 = 2$ м/с. Определить скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

133. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой $m_1 = 12$ г со скоростью $v = 280$ м/с. Затвор пистолета массой $m_2 = 220$ г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой $k = 30$ кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.

134. Шар массой $m_1 = 2$ кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом теряет 40 % кинетической энергии. Определить массу m_2 большого шара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

135. В деревянный шар массой $m_1 = 6$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 1,5$ м, падает горизонтально летящая пуля массой $m_2 = 5$ г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 4^\circ$? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.

136. По небольшому куску мягкого железа, лежавшему на наковальне массой $m_1 = 340$ кг, ударит молот массой $m_2 = 10$ кг. Определить КПД η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.

137. Шар массой $m_1 = 2$ кг движется со скоростью $v_1 = 6$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 3$ кг, движущимся навстречу ему со скоростью $v_2 = 5$ м/с. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

138. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64 % своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?

139. Шар массой $m_1 = 5$ кг движется со скоростью $v_1 = 2$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 3$ кг. Определить скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

140. Шар массой $m_1 = 4$ кг движется со скоростью $v_1 = 2$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 6$ кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным?

141. Налетев на пружинный буфер, вагон массой $m = 15$ т, двигавшийся со скоростью $v = 0,7$ м/с, остановился, сжав пружину на $\Delta l = 7$ см. Найти общую жесткость k пружин буфера.

142. Молотком, масса которого $m_1 = 1$ кг, забивают в стену гвоздь, массой $m_2 = 80$ г. Определить КПД η удара молотка при данных условиях.

143. Из пружинного пистолета с пружинной жесткостью $k = 170$ Н/м был произведен выстрел пулей массой $m = 6$ г. Определить скорость v пули при вылете её из пистолета, если пружина была сжата на $\Delta x = 5$ см.

144. Энергозатраты на откачку воды из подвала глубиной $h = 2$ м, длиной $a = 10$ м и шириной $b = 6$ м составили $E = 2$ МДж. Определить КПД η насоса, если уровень воды составлял $h' = 80$ см от дна подвала. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

145. Какую нужно совершить работу A , чтобы пружину жесткостью $k = 800$ Н/м, сжатую на $x = 6$ см, дополнительно сжать на $\Delta x = 8$ см?

146. Какая работа A должна быть совершена при поднятии с земли материалов для постройки цилиндрической дымоходной трубы высотой $h = 30$ м, наружным диаметром $D = 3,4$ м и внутренним диаметром $d = 2,2$ м? Плотность материала принять: $\rho = 2,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

147. Пружина жесткостью $k = 450$ Н/м сжата силой $F = 120$ Н. Определить работу A внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на $\Delta l = 3$ см.

148. Определить работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостями $k_1 = 420$ Н/м и $k_2 = 270$ Н/м, если первая пружина при этом растянута на $\Delta l = 3$ см.

149. Две пружины жесткостью $k_1 = 0,7$ кН/м и $k_2 = 1,2$ кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию Π данной системы при абсолютной деформации $\Delta l = 5$ см.

150. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сжимается на $\Delta l = 2$ мм. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты $h = 6$ см?

151. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = At + Bt^2$, где $A = 2$ рад/с, $B = 0,2$ рад/с². Определить вращающий момент M , действующий на стержень через время $t = 3$ с после начала вращения, если момент инерции стержня $J = 0,048$ кг·м².

152. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой $n = 14$ с⁻¹, чтобы он остановился в течение времени $\Delta t = 7$ с. Диаметр блока $D = 25$ см. Массу блока $m = 5$ кг считать равномерно распределенной по ободу.

153. К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой – вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент f трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением $a = 5,8$ м/с². Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.

154. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью $v = 6$ м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь $s = 17$ м.

155. Шарик массой $m = 80$ г, привязанный к концу нити длиной $l_1 = 1,4$ м, вращается с частотой $n_1 = 4$ с⁻¹, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния $l_2 = 0,8$ м. С какой частотой n_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу A совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

156. Нить с привязанными к её концам грузами массами $m_1 = 40$ г и $m_2 = 55$ г перекинута через блок диаметром $D = 4,5$ см. Определить момент инерции J блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $\varepsilon = 1,8$ рад/с². Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.

157. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром $D = 80$ см и массой $m = 46$ кг приложена сила $F = 1,3$ кН. Определить угловое ускорение ε и частоту вращения n маховика через время $t = 5$ с после начала действия силы, если радиус шкива равен: $r = 10$ см. Силой трения пренебречь.

158. К концам легкой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок, подвешены грузы массами $m_1 = 0,3$ кг и $m_2 = 0,4$ кг. Во сколько раз отличаются силы, действующие на нить по обе стороны от блока, если масса блока $m = 0,5$ кг, а его ось движется вертикально вверх с ускорением $a = 2,4$ м/с²? Силами трения и проскальзывания нити по блоку пренебречь.

159. На обод маховика диаметром $D = 65$ см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 3$ кг. Определить момент инерции J маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время $t = 4$ с приобрел угловую скорость $\omega = 8$ рад/с.

160. Блок, имеющий форму диска массой $m = 0,5$ кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами $m_1 = 0,4$ кг и $m_2 = 0,8$ кг. Определить силы натяжения T_1 и T_2 нити по обе стороны блока.

161. Карандаш длиной $l = 14$ см, поставленный вертикально вверх, падает на стол. Какую угловую скорость ω и линейную скорость v будет иметь в конце падения середина и верхний конец карандаша?

162. Однородный стержень длиной $l = 80$ см подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Какую скорость v надо будет сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал оборот вокруг оси?

163. Однородный стержень длиной $l = 90$ см подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. На какой угол α надо отклонить стержень, чтобы нижний конец стержня при прохождении положения равновесия имел скорость $v = 4$ м/с?

164. По ободу шкива, насаженного на общую ось с маховым колесом, намотана нить, к концу которой подвешен груз массой $m = 850$ г. На какое расстояние h должен опуститься груз, чтобы колесо со шкивом получило частоту вращения $n = 50$ об/мин? Момент инерции колеса со шкивом $J = 0,45$ кг·м², радиус шкива $R = 15$ см.

165. Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью $v = 8$ км/ч. На какое расстояние x может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии, если уклон горки составляет 10 м на каждые 100 м пути?

166. Найти кинетическую энергию E_k велосипедиста, едущего со скоростью $v = 10,8$ км/ч. Масса велосипедиста вместе с велосипедом $m = 80$ кг, причем на колеса приходится $m_0 = 3$ кг. Колеса велосипеда считать обручами.

167. Шар массой $m = 950$ г катится без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от неё. Скорость шара до удара о стенку была $v = 12$ м/с, после удара стала $v' = 9$ см/с. Найти количество теплоты Q , выделившееся при ударе шара о стенку.

168. Вентилятор вращается с частотой $n = 700$ об/мин. После выключения он начал вращаться равнозамедленно и, сделав $N = 60$ оборотов, остановился. Работа сил торможения $A = 32$ Дж. Определите момент сил M торможения и момент инерции J вентилятора.

169. Обруч и сплошной диск одинаковой массы $m_1 = m_2$ катятся без скольжения с одинаковой скоростью. Кинетическая энергия обруча $E_{к1} = 40$ Дж. Найдите кинетическую энергию диска.

170. Маховик вращается с частотой $n = 10$ об/с. Его кинетическая энергия $E_k = 8$ кДж. За какое время t момент сил $M = 52$ Н·м, приложенный к маховику, увеличит его угловую скорость ω вдвое?

171. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром $D = 0,7$ м и массой $m_1 = 5$ кг стоит человек массой $m_2 = 70$ кг. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой $m = 0,4$ кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии $r = 0,45$ м от оси скамьи. Скорость мяча $v = 4$ м/с.

172. Однородный стержень длиной $l = 1,3$ м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой $m = 5$ г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу M стержня, если в результате попадания пули он отклонится на угол $\alpha = 50^\circ$. Принять скорость пули $v = 340$ м/с.

173. Однородный стержень длиной $l = 1,2$ м и массой $M = 0,8$ кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на $2/3l$, абсолютно упруго ударяет

пуля массой $m = 7$ г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол $\alpha = 60^\circ$. Определить скорость пули.

174. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой $n_1 = 10$ мин⁻¹, стоит человек массой $m_1 = 60$ кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой $n_2 = 12$ мин⁻¹. Определить массу m_2 платформы. Момент инерции человека считать как для материальной точки.

175. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой $n_1 = 14$ мин⁻¹. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до $n_2 = 25$ мин⁻¹. Масса человека $m = 80$ кг. Определить массу платформы, приняв момент инерции человека за момент инерции материальной точки.

176. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально, по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 6$ рад/с. С какой угловой скоростью ω_2 будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 5,4$ кг·м². Длина стержня $l = 1,6$ м, масса $m = 5$ кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

177. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол ϕ повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя её, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы $m_1 = 250$ кг, масса человека $m_2 = 70$ кг.

178. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой $m = 4$ кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи $l_1 = 50$ см. Скамья вращается с частотой $n_1 = 1$ с⁻¹. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу A произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до $l_2 = 30$ см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси $J = 2,2$ кг·м².

179. Горизонтальная платформа массой $m_1 = 170$ кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n = 10$ мин⁻¹. Человек массой $m_2 = 60$ кг стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к её центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека — материальной точкой.

180. Платформа в виде диска диаметром $D = 4$ м и массой $m_1 = 200$ кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться эта платформа, если по её краю пойдет человек массой $m_2 = 80$ кг со скоростью $v = 1,6$ м/с относительно платформы?

181. Какова масса Земли, если известно, что Луна в течение года совершает 13 обращений вокруг Земли и расстояние от Земли до Луны равно $3,84 \cdot 10^8$ м?

182. На каком расстоянии от центра Земли находится точка, в которой напряженность суммарного гравитационного поля Земли и Луны равна нулю? Принять, что масса Земли в 81 раз больше массы Луны и что расстояние от центра Земли до центра Луны равно 60 радиусам Земли.

183. Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте $h = 540$ км. Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и её радиус R считать известными.

184. Во сколько раз средняя плотность земного вещества отличается от средней плотности лунного? Принять, что радиус $R_З$ Земли в 390 раз больше радиуса $R_Л$ Луны и вес тела на Луне в 6 раз меньше веса тела на Земле.

185. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте $h = 1540$ км. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и её радиус R считать известными.

186. Какая работа A будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой $m = 3$ кг: 1) с высоты $h = 1300$ км; 2) из бесконечности?

187. Из бесконечности на поверхность Земли падает метеорит массой $m = 45$ кг. Определить работу A , которая при этом будет совершена силами гравитационного поля Земли. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и её радиус R считать известными.

188. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом $T = 80$ мин. Определить высоту спутника. Ускорение свободного падения g у поверхности Земли и её радиус R считать известными.

189. Определить напряженность G гравитационного поля на высоте $h = 1400$ км над поверхностью Земли. Считать известными ускорение g свободного падения у поверхности Земли и её радиус R .

190. С поверхности Земли вертикально вверх пущена ракета со скоростью $v = 4$ км/с. На какую высоту h она поднимется?

191. Скорость электрона $v = 0,8c$ (где c – скорость света в вакууме). Зная энергию покоя электрона в мегаэлектронвольтах, определить в тех же единицах кинетическую энергию W_k электрона.

192. Определить собственную длину стержня, если в лабораторной системе его скорость $v = 0,6c$, а длина $l = 1,5$ м.

193. При какой скорости β (в долях скорости света) релятивистская масса любой частицы вещества в $n = 4$ раза больше массы покоя?

194. Космический корабль удаляется от Земли с относительной скоростью $v_1 = 0,85c$, а затем с него стартует ракета (в направлении от Земли) со скоростью $v_2 = 0,8c$ относительно корабля. Определить скорость n ракеты относительно Земли.

195. Частица движется со скоростью $v = 1/3c$ (где c – скорость света в вакууме). Какую долю энергии покоя составляет кинетическая энергия частицы?

196. Какую скорость β (в долях скорости света) нужно сообщить частице, чтобы её кинетическая энергия была равна утроенной энергии покоя?

197. Во сколько раз релятивистская масса m электрона, обладающего кинетической энергией $W_k = 1,53$ МэВ, больше массы покоя m_0 ?

198. Протон имеет импульс $p = 469$ МэВ/с $= 5,33 \cdot 10^{22}$ кг·м/с. Какую кинетическую энергию необходимо дополнительно сообщить протону, чтобы его релятивистский импульс возрос вдвое?

199. Протон с кинетической энергией $W_k = 3$ ГэВ при торможении потерял треть своей энергии. Определить, во сколько раз изменился релятивистский импульс протона.

200. Определить отношение релятивистского импульса p электрона с кинетической энергией $W_k = 1,53$ МэВ к комптоновскому импульсу m_0c электрона.

2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Таблица 4 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
1	201	211	221	231	241	251	261	271	281	291
2	202	212	222	232	242	252	262	272	282	292
3	203	213	223	233	243	253	263	273	283	293
4	204	214	224	234	244	254	264	274	284	294
5	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295
6	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296
7	207	217	227	237	247	257	267	277	287	297
8	208	218	228	238	248	258	268	278	288	298
9	209	219	229	239	249	259	269	279	289	299
10	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300

201. Определить концентрацию n молекул кислорода, находящегося в сосуде объемом $V = 4$ л. Количество вещества кислорода равно: $\nu = 0,5$ моль.

202. Найти молярную массу μ и массу m_0 одной молекулы поваренной соли.

203. Определить число N молекул воды в бутылке вместимостью 0,75 л. Молярная масса воды $\mu = 18$ г/моль, плотность воды $\rho = 1$ г/см³.

204. Сколько атомов содержится в ртуте: 1) количеством вещества $\nu = 0,3$ моль; 2) массой $m = 2$ г?

205. Определить количество вещества ν газа, заполняющего сосуд вместимостью $V = 5$ л, если концентрация n молекул газа в сосуде равна $9 \cdot 10^{23}$ м⁻³.

206. Определить количество вещества ν и число N молекул кислорода массой $m = 0,6$ кг.

207. В баллоне объемом $V = 3$ л содержится кислород массой $m = 12$ г. Определить концентрацию n молекул газа.

208. Определить количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд объемом $V = 2$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n = 6 \cdot 10^{18}$ м⁻³.

209. Вода при температуре $t = 5^\circ\text{C}$ занимает объем $V = 5$ см³. Определить количества вещества ν и число N молекул воды.

210. Определить массу m_0 одной молекулы углекислого газа.

211. При температуре $t = 35^\circ\text{C}$ и давлении $p = 708$ кПа плотность некоторого газа $\rho = 12,2$ кг/м³. Определить относительную молекулярную массу M_r газа.

212. Определить плотность ρ водяного пара, находящегося под давлением $p = 3,5$ кПа и имеющего температуру $T = 260$ К.

213. Кислород находится в сосуде объемом $V = 50$ л при температуре $T = 340$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 130$ кПа. Определить массу m израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

214. Определите плотность ρ смеси азота массой $m_1 = 4$ г и водорода массой $m_2 = 2$ г при температуре $T = 280$ К и давлении $p = 0,3$ МПа, считая газы идеальными.

215. Определить относительную молекулярную массу M_r газа, если при температуре $T = 154$ К и давлении $p = 2,8$ МПа он имеет плотность $\rho = 6,1$ кг/м³.

216. Баллон объемом $V = 20$ л заполнен азотом при температуре $T = 370$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta p = 180$ кПа. Определить массу m израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.

217. В двух сосудах одинакового объема содержится кислород. В одном сосуде давление $p_1 = 3$ МПа и температура $T_1 = 900$ К, в другом $p_2 = 4,5$ МПа, $T_2 = 240$ К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры $T = 240$ К. Определить установившееся в сосудах давление p .

218. В баллоне объемом $V = 20$ л находится аргон под давлением $p_1 = 570$ кПа и при температуре $T_1 = 320$ К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до $p_2 = 420$ кПа, а температура установилась $T_2 = 260$ К. Определить массу m аргона, взятого из баллона.

219. Какой объем занимает смесь азота массой $m_1 = 1$ кг и гелия массой $m_2 = 2$ кг при нормальных условиях?

220. Вычислить плотность ρ азота, находящегося в баллоне под давлением $p = 4$ МПа и имеющего температуру $T = 360$ К.

221. Молярная внутренняя энергия некоторого двухатомного газа равна: $U_m = 16,62$ кДж. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{кр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы газа. Газ считать идеальным.

222. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ одной молекулы водяного пара при температуре $T = 480$ К.

223. При какой температуре средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы газа равна $\langle E_{\text{пост}} \rangle = 5,54 \cdot 10^{21}$ Дж?

224. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon \rangle$ молекулы этого газа при температуре $T = 340$ К, если количество вещества ν этого газа равно 2,5 моль.

225. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде объемом $V = 2$ л под давлением $p = 560$ кПа.

226. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{в}} \rangle$ поступательного движения и $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения молекулы азота при температуре $T = 470$ К. Определить также полную кинетическую энергию E_k молекулы при тех же условиях.

227. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна: $m = 5,7 \cdot 10^{-10}$ г. Газ находится при температуре $T = 390$ К. Определить средние квадратичные скорости $\langle v_{\text{кв}} \rangle$, а также средние кинетические энергии $\langle E_{\text{кин}} \rangle$ поступательного движения молекулы азота и пылинки.

228. Количество вещества гелия $\nu = 4,5$ моль, температура $T = 220$ К. Определить суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул этого газа.

229. Водород находится при температуре $T = 300$ К. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle E_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекул, а также суммарную кинетическую энергию E_k всех молекул этого газа; количество вещества водорода $\nu = 0,5$ моль.

230. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуд объемом $V = 4$ л под давлением $p = 340$ кПа. Масса газа $m = 0,5$ г.

231. Определить показатель адиабаты γ идеального газа, который при температуре $T = 350$ К и давлении $p = 0,4$ МПа занимает объём $V = 300$ л и имеет теплоёмкость $C_V = 857$ Дж/К.

232. Определить относительную молекулярную массу M_r и молярную массу μ газа, если разность его удельных теплоёмкостей $c_p - c_V = 2,08$ кДж/(кг·К).

233. В сосуде объёмом $V = 10$ л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоёмкость C_V этого газа при постоянном объёме.

234. Определить молярные теплоёмкости газа, если его удельные теплоёмкости равны: $c_V = 10,4$ кДж/(кг·К) и $c_p = 14,6$ кДж/(кг·К).

235. Найти удельные c_V и c_p и молярные C_V и C_p теплоёмкости азота и гелия.

236. Вычислить удельные теплоёмкости газа, зная, что его молярная масса $\mu = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и отношение теплоёмкостей $C_p/C_V = 1,67$.

237. Трёхатомный газ при давлении $p = 270$ кПа и температуре $t = 23$ °С занимает объём $V = 8$ л. Определить теплоёмкость C_p этого газа при постоянном давлении.

238. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объём $V = 6$ л. Вычислить теплоёмкость C_V этого газа при постоянном объёме.

239. Определить молярные теплоёмкости C_V и C_p смеси двух газов — одноатомного и двухатомного. Количество вещества одноатомного и двухатомного газов соответственно равны: $\nu_1 = 0,4$ и $\nu_2 = 0,2$ моль.

240. Определить удельные теплоёмкости c_V и c_p водорода, в котором половина молекул распалась на атомы.

241. В сосуде находится смесь двух газов — кислорода массой $m_1 = 6$ г и азота массой $m_2 = 3$ г. Определить удельные теплоёмкости c_V и c_p такой смеси.

242. Смешан одноатомный газ, количество вещества которого $\nu_1 = 2$ моль, с трёхатомным газом, количество вещества которого $\nu_2 = 3$ моль. Определить молярные теплоёмкости C_V и C_p этой смеси.

243. Смесь двух газов состоит из гелия массой $m_1 = 5$ г и водорода массой $m_2 = 2$ г. Найти отношение теплоёмкостей C_p/C_V этой смеси.

244. Найти молярные теплоёмкости C_V и C_p смеси кислорода массой $m_1 = 2,5$ г и азота массой $m_2 = 1$ г.

245. Относительная молекулярная масса газа $M_r = 30$, показатель адиабаты $\gamma = 1,40$. Вычислить удельные теплоёмкости (c_V и c_p) этого газа.

246. Какая часть молекул двухатомного газа распалась на атомы, если показатель адиабаты образовавшейся смеси равен $\gamma = 1,5$?

247. Определить молярную массу μ двухатомного газа и его удельные теплоёмкости, если известно, что разность $c_p - c_V$ удельных теплоёмкостей этого газа равна 296 Дж/(кг·К).

248. Найти удельные c_p и c_V , а также молярные C_p и C_V теплоёмкости углекислого газа.

249. При адиабатном сжатии газа его объём уменьшился в $n = 10$ раз, а давление увеличилось в $k = 21,4$ раза. Определить показатель адиабаты γ газа.

250. Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объёмах. Определить удельную теплоёмкость c_p смеси.

251. Какова средняя арифметическая скорость $\langle v \rangle$ молекул кислорода при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега молекулы кислорода при этих условиях равна $\langle l \rangle = 100$ нм?

252. При нормальных условиях длина свободного пробега молекулы водорода равна: $\langle l \rangle = 0,16$ мкм. Определить диаметр d молекулы водорода.

253. Кислород находится под давлением $p = 133$ нПа при температуре $T = 240$ К. Вычислить среднее число $\langle z \rangle$ столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время $\tau = 1$ с.

254. Найти среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы гелия в сосуде объёмом $V = 6$ л. Масса газа $m = 0,7$ г.

255. Найти среднее число $\langle z \rangle$ столкновений за время $t = 1$ с и длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы азота, если газ находится под давлением $p = 3$ кПа при температуре $T = 220$ К.

256. Водород находится под давлением $p = 40$ мкПа и имеет температуру $T = 350$ К. Определить среднюю длину свободного пробега $\langle l \rangle$ молекулы такого газа.

257. Водород массой $m = 2$ г занимает объём $V = 2,5$ л. Определить среднее число $\langle z \rangle$ столкновений молекулы водорода при этих условиях за время $\tau = 1$ с.

258. При каком давлении p средняя длина свободного пробега $\langle l \rangle$ молекул азота равна 1 м, если температура газа $t = 12$ °С?

259. Определите давление p кислорода в сосуде, если при температуре $T = 250$ К средняя продолжительность τ свободного пробега молекулы кислорода равна 280 нс. Эффективный диаметр d молекулы кислорода равен 0,36 нм.

260. Средняя длина свободного пробега молекулы водорода при некоторых условиях равна: $\langle l \rangle = 3$ м. Найти плотность водорода ρ при этих условиях.

261. Давление воздуха при адиабатном сжатии было увеличено с $p_1 = 60$ кПа до $p_2 = 0,4$ МПа. Затем при неизменном объёме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление p_3 газа в конце процесса.

262. Кислород массой $m = 230$ г занимает объём $V_1 = 100$ л и находится под давлением $p_1 = 240$ кПа. При нагревании газ расширился при по-

стоянном давлении до объема $V_2 = 300$ л, а затем его давление возросло до $p_2 = 480$ кПа при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную им работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.

263. Объем водорода при изотермическом расширении $T = 330$ К увеличился в $n = 2,5$ раза. Определить работу A , совершенную этим газом, и теплоту Q , полученную при этом. Масса водорода равна: $m = 210$ г.

264. Водород массой $m = 40$ г, имевший температуру $T = 300$ К, адиабатно расширился, увеличив объем в $n_1 = 3$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в $n_2 = 2$ раза. Определить полную работу A , совершенную газом, и конечную температуру T газа.

265. Азот массой $m = 0,4$ кг был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 100$ К до температуры $T_2 = 350$ К. Определить работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменение ΔU внутренней энергии азота.

266. Кислород массой $m = 250$ г, имевший температуру $T_1 = 200$ К, был адиабатно сжат. При этом была совершена работа $A = 25$ кДж. Определить конечную температуру T_2 газа.

267. Во сколько раз увеличивается объем водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0,6$ моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит теплоту $Q = 780$ Дж? Температура водорода $T = 297$ К.

268. В баллоне при температуре $T_1 = 145$ К и давлении $p_1 = 2$ МПа находится кислород. Определить температуру T_2 и давление p_2 кислорода после того, как из баллона будет очень быстро выпущена половина газа.

269. Определить работу A , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 21$ кДж. Найти также изменение ΔU внутренней энергии газа.

270. При изотермическом расширении азота при температуре $T = 260$ К объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу A ; 2) изменение внутренней энергии; 3) количество теплоты Q , полученное газом. Масса азота $m = 0,7$ кг.

271. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta = 0,38$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 6$ Дж.

272. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприёмнику теплоту $Q_2 = 14$ кДж. Определить температуру T_1 теплоотдатчика, если при температуре теплоприёмника $T_2 = 280$ К работа цикла $A = 6$ кДж.

273. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $T_1 = 340$ К до $T_1' = 520$ К? Температура теплоприёмника $T_2 = 290$ К.

274. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика равна $T_1 = 480$ К, температура теплоприёмника $T_2 = 240$ К. Определить термический КПД η цикла, а также работу A_1 ра-

бочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа $A_2 = 60$ Дж.

275. Являясь рабочим веществом в цикле Карно, газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 4,5$ кДж и совершил работу $A = 2,3$ кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприёмника $T_2 = 280$ К.

276. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприёмнику 65 % теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру T_2 теплоприёмника, если температура теплоотдатчика $T_1 = 420$ К.

277. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 620$ Дж и совершил работу $A = 180$ Дж. Температура теплоотдатчика $T_1 = 390$ К. Определить температуру T_2 теплоприёмника.

278. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 76$ кДж. Определить работу A газа, если температура T_1 теплоотдатчика в $n = 3,4$ раза выше температуры теплоприёмника.

279. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприёмника $T_2 = 290$ К и теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до $T_1' = 600$ К?

280. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура T_1 теплоотдатчика в четыре раза ($n = 4$) больше температуры теплоприёмника. Какую долю ω количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприёмнику?

281. Масса $m = 6,6$ г водорода расширяется изобарически до удвоенного объема. Найти изменение энтропии при этом расширении.

282. Найти изменение энтропии при изобарическом расширении 8 г гелия от объема $V_1 = 10$ л до объема $V_2 = 25$ л.

283. Найти изменение ΔS энтропии при изотермическом расширении 6 г водорода от 10^3 до $0,5 \cdot 10^3$ Па.

284. Азот массой $m = 10,5$ г изотермически расширяется от объема $V_1 = 2$ л до объема $V_2 = 5$ л. Найти прирост энтропии ΔS при этом процессе.

285. Кислород массой $m = 10$ г нагревается от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 150^\circ\text{C}$. Найти изменение энтропии ΔS , если нагревание происходит изохорически.

286. Кислород массой $m = 10$ г нагревают от $t_1 = 50^\circ\text{C}$ до $t_2 = 150^\circ\text{C}$. Найти изменение энтропии ΔS , если нагревание происходит изобарически.

287. В результате изохорного нагревания водорода массой $m = 2$ г давление газа увеличилось в два раза. Определить изменение энтропии ΔS газа.

288. Найти изменение энтропии ΔS газа при изобарном расширении азота массой $m = 4$ г от объема $V_1 = 5$ л до объема $V_2 = 9$ л.

289. Определить изменение энтропии ΔS азота массой $m = 10$ г, если давление газа уменьшилось от $p_1 = 0,1$ МПа до $p_2 = 50$ кПа.

290. Водород массой $m = 50$ г был изобарно нагрет так, чтобы его объем увеличился в $n = 3$ раза, затем водород был изохорно охлажден так, что его давление уменьшилось в $n = 3$ раза. Найти изменение энтропии ΔS в ходе указанных процессов.

291. Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала $d = 0,9$ мм на высоту $h = 17$ мм. Определить поверхностное натяжение σ глицерина. Считать смачивание полным.

292. Две капли ртути радиусом $r = 1,4$ мм каждая слились в одну большую каплю. Определить энергию E , которая выделится при этом слиянии. Считать процесс изотермическим.

293. Воздушный пузырек диаметром $d = 2,6$ мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность ρ воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

294. В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром канала $d = 1,2$ мм. Определить массу m воды, вошедшей в трубку.

295. На сколько давление p воздуха внутри мыльного пузыря больше нормального атмосферного давления p_0 , если диаметр пузыря $d = 7$ мм?

296. Найти массу m воды, вошедшей в стеклянную трубку с диаметром канала $d = 0,6$ мм, опущенную в воду на малую глубину. Считать смачивание полным.

297. Определить давление p внутри воздушного пузырька диаметром $d = 3$ мм, находящегося в воде у самой его поверхности. Атмосферное давление считать нормальным.

298. Пространство между двумя стеклянными параллельными пластинками с площадью поверхности $S = 120$ см² каждая, расположенными на расстоянии $l = 15$ мкм друг от друга, заполнено водой. Определить силу F , прижимающую пластинки друг к другу. Считать мениск вогнутым с диаметром d , равным расстоянию между пластинками.

299. Какая энергия E выделится при слиянии двух капель ртути с диаметрами $d_1 = 0,9$ мм и $d_2 = 1,4$ мм в одну каплю?

300. Какую работу A надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от $V_1 = 10$ см³ до $V_2 = 15$ см³? Считать процесс изотермическим.

3 ЭЛЕКТРОСТАТИКА И ПОСТОЯННЫЙ ТОК

Таблица 5 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
1	301	311	321	331	341	351	361	371	381	391
2	302	312	322	332	342	352	362	372	382	392
3	303	313	323	333	343	353	363	373	383	393
4	304	314	324	334	344	354	364	374	384	394
5	305	315	325	335	345	355	365	375	385	395
6	306	316	326	336	346	356	366	376	386	396
7	307	317	327	337	347	357	367	377	387	397
8	308	318	328	338	348	358	368	378	388	398
9	309	319	329	339	349	359	369	379	389	399
10	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400

Таблица 6 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
1	301	321	351	381	401	411	421	431	441	471
2	302	332	362	392	402	412	422	432	452	482
3	303	343	373	383	403	413	423	433	443	473
4	304	324	354	394	404	414	424	434	454	484
5	305	335	365	385	405	415	425	435	445	475
6	306	346	376	396	406	416	426	436	456	486
7	307	327	357	387	407	417	427	437	447	477
8	308	338	368	398	408	418	428	438	458	488
9	309	349	379	389	409	419	429	439	449	479
10	310	350	380	400	410	420	430	440	460	490

301. Два положительных точечных заряда Q и $9Q$ закреплены на расстоянии $d = 120$ см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения зарядов возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

302. Точечные заряды $Q_1 = 15$ мкКл, $Q_2 = -5$ мкКл находятся на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $r_1 = 3$ см от первого и на $r_2 = 4$ см от второго заряда. Определить также силу F , действующую в этой точке на точечный заряд $Q = 2$ мкКл.

303. Точечные заряды $Q_1 = 32$ мкКл и $Q_2 = -26$ мкКл находятся на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность электрического поля E в точке, удаленной от первого заряда на расстоянии $r_1 = 30$ см, а от второго – на $r_2 = 15$ см.

304. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 30$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 5$ см. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

305. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 6 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой отрицательный заряд Q нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?

306. Три одинаковых точечных заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = -1,5$ нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами $a = 8$ см. Определить модуль и направление силы F , действующей на один из зарядов со стороны двух других.

307. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарик погружают в масло. Какова плотность ρ масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho_0 = 1,7 \cdot 10^3$ кг/м³, диэлектрическая проницаемость масла $\epsilon = 2$.

308. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = 1$ нКл и $Q_2 = 2$ нКл равно 50 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить заряд Q_3 и его знак. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

309. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 5$ см находятся заряды $Q_1 = 1$ мкКл, $Q_2 = 2$ мкКл и $Q_3 = 3$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.

310. На расстоянии $d = 3$ см находятся два точечных заряда: $Q_1 = -4$ нКл и $Q_2 = 9$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_1 = -2$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .

311. По тонкому полукольцу радиусом $R = 15$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 2$ мКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

312. Бесконечный тонкий стержень, ограниченный с одной стороны, несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $\tau = 0,7$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 25$ см от его начала.

313. По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд $Q = 30$ мкКл с линейной плотностью $\tau = 0,5$ мКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

314. Два трети тонкого кольца радиусом $R = 5$ см несут равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 0,1$ мКл/м заряд. Определить

напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

315. Тонкий стержень длиной $l = 30$ см несет равномерно распределенный заряд $\tau = -0,3$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца.

316. Четверть тонкого кольца радиусом $R = 5$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,6$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

317. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд $Q = 8$ нКл с линейной плотностью $\tau = 0,04$ мКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние, равное радиусу кольца.

318. Тонкое кольцо несет распределенный заряд $Q = 0,3$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , равноудаленной от всех точек кольца на расстоянии $r = 15$ см. Радиус кольца $R = 12$ см.

319. Треть тонкого кольца радиуса $R = 12$ см несет распределенный заряд $Q = 40$ нКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

320. По тонкому кольцу радиусом $R = 30$ см равномерно распределен с линейной плотностью $\tau = 0,1$ мКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , находящейся на оси кольца на расстоянии $h = 2R$ от его центра.

321. На двух концентрических сферах радиусом R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рисунок 3). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III, принять $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 20$ мКл/м², $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.

322. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рисунок 4). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение $E(x)$ напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III, принять $\sigma_1 = -4\sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma$; 2) вычислить напряженность E поля в точке, расположенной между плоскостями, и указать направление вектора \vec{E} ; 3) построить график $E(x)$.



Рисунок 3

323. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рисунок 5). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и

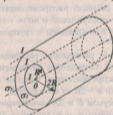


Рисунок 5

указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 50 \text{ нКл/м}^2$, $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.

324. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 3). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 0,2 \text{ мКл/м}^2$, $r = 3R$; 3) построить график $E(r)$.

325. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 4). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение $E(x)$ напряженности электрического поля в трех областях: I , II и III , принять $\sigma_1 = 2\sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E поля в точке, расположенной справа от плоскостей, и указать направление вектора \vec{E} ; 3) построить график $E(x)$.

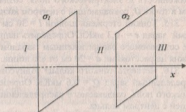


Рисунок 4

326. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 5). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = 4\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 35 \text{ нКл/м}^2$, $r = 3R$; 3) построить график $E(r)$.

327. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 3). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 0,4 \text{ мКл/м}^2$, $r = 3R$; 3) построить график $E(r)$.

328. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 4). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение $E(x)$ напряженности электрического поля в трех областях: I , II и III , принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора \vec{E} ; 3) построить график $E(x)$.

329. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 5). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 80 \text{ мКл/м}^2$, $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.

330. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (см. рисунок 3). Требуется: 1) используя теорему Остроградского-Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I , II и III , принять $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора \vec{E} , принять $\sigma = 60 \text{ нКл/м}^2$, $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.



Рисунок 6

331. Электрическое поле создано заряженным проводящим шаром, потенциал которого $\varphi = 200$ В. Определить работу сил поля при перемещении заряда $Q = 0,1$ мкКл из точки 1 в точку 2 (рисунок 6).

332. Две параллельные заряженные плоскости, поверхностные плотности зарядов которые $\sigma_1 = 4$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0,6$ мкКл/м², находятся на расстоянии $d = 0,8$ см друг от друга. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

333. Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала $\varphi = 8$ В, сливаются в одну. Каков потенциал φ , образовавшейся капли?

334. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 15$ см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 650$ нКл/м. Определить потенциал φ в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии $h = 10$ см от его центра.

335. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда $\tau = 340$ нКл/м. Определить потенциал φ поля в точке пересечения диагоналей.

336. Электрическое поле образовано бесконечно длинной заряженной нитью, линейная плотность заряда которой $\tau = 30$ нКл/м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, отстоящих от нити на расстояниях $r_1 = 7$ см и $r_2 = 10$ см.

337. Два точечных заряда $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = 4$ нКл находятся на расстоянии $d = 70$ см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?

338. Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом $p = 340$ нКл·м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии $r = 20$ см от центра диполя.

339. Электрическое поле создано зарядами $Q_1 = 3$ мкКл и $Q_2 = -2$ мкКл, находящимися на расстоянии $a = 15$ см друг от друга. Определить работу сил поля, совершаемую при перемещении заряда $Q = 0,7$ мкКл из точки 1 в точку 2 (рисунок 7).

340. Диполь с электрическим моментом $p = 200$ нКл·м свободно установился в свободном, электрическом поле напряженностью $E = 700$ кВ/м. Определить работу внешних сил, которую необходимо совершить для поворота диполя на угол $\alpha = 180^\circ$.

341. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость

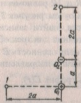


Рисунок 7

$v = 10^6$ м/с. Расстояние между пластинами $d = 6$ мм. Найти: 1) разность потенциалов U между пластинами; 2) поверхностную плотность заряда σ на пластинах.

342. Найти отношение скоростей ионов Cu^{++} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

343. Пылинка массой $m = 100$ мкг, несущая на себе заряд $Q = 50$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 300$ В пылинка имела скорость $v = 15$ м/с. Определить скорость v_0 пылинки до того, как она влетела в поле.

344. Электрон с энергией $T = 360$ эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 20$ см. Определить минимальное расстояние a , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -5$ нКл.

345. Электрон, обладавший кинетической энергией $T = 20$ эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов $U = 10$ В?

346. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\varphi_1 = 200$ В электрон имел скорость $v_1 = 5$ Мм/с. Определить потенциал φ_2 точки поля, дойдя до которой электрон потеряет половину своей скорости.

347. Пылинка массой $m = 4$ нг, несущая на себе $N = 6$ электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 0,8$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?

348. Электрическое поле создано бесконечной заряженной прямой линией с равномерно распределенным зарядом ($\tau = 9$ нКл/м). Определить кинетическую энергию T_2 электрона в точке 2, если в точке 1 его кинетическая энергия $T_1 = 240$ эВ (рисунок 8).

349. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 100$ В/м влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью $v_0 = 4$ Мм/с. Определить расстояние l , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

350. Какой минимальной скоростью v_{min} должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала $\varphi = 260$ В металлического шара (рисунок 9)?

351. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью $C_1 = 80$ пФ каждый соединены в батарее последовательно. Опре-



Рисунок 8

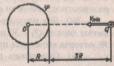


Рисунок 9

делить, на сколько изменится ёмкость C батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином.

352. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стекла толщиной $d_1 = 0,3$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 0,4$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 250$ В. Определить напряженность E поля и падение потенциала в каждом из слоев.

353. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $R = 7$ см каждая. Расстояние между пластинами $d = 3$ мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения $U = 60$ В. Определить заряд Q и напряженность E поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик – воздух; б) диэлектрик – стекло.

354. Конденсаторы ёмкостью $C_1 = 4$ мкФ и $C_2 = 9$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 50$ В и $U_2 = 90$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одинаковые заряды.

355. Конденсатор ёмкостью $C_1 = 15$ мкФ заряжен до напряжения $U = 20$ В. Определить заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, незаряженный, конденсатор ёмкостью $C_2 = 25$ мкФ.

356. Два конденсатора ёмкостями $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 90$ В и $U_2 = 120$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими разноименные заряды.

357. Конденсаторы ёмкостями $C_1 = 4$ мкФ, $C_2 = 7$ мкФ и $C_3 = 9$ мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением $U = 670$ В. Определить напряжение и заряд на каждом из конденсаторов.

358. Два конденсатора ёмкостями $C_1 = 4$ мкФ и $C_2 = 9$ мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 65$ В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками.

359. Плоский конденсатор с площадью пластин $S = 170$ см² каждая заряжен до разности потенциалов $U = 3$ кВ. Расстояние между пластинами $d = 1,6$ см. Диэлектрик – стекло. Определить энергию W поля конденсатора и плотность энергии w поля.

360. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 4$ см и $R_2 = 8$ см имеют заряды $Q_1 = 30$ нКл и $Q_2 = -15$ нКл соответственно. Найти энергию W , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.

361. Определить расстояние между пластинами плоского конденсатора, если между ними приложена разность потенциалов $U = 250$ В, причем площадь каждой пластины $S = 90$ см², ее заряд $Q = 9$ нКл. Диэлектриком служит слюда ($\epsilon = 7$).

362. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 450$ В, площадь пластин $S = 240$ см², расстояние между ними $d = 2$ мм. После отключения конденсатора от источника напряжения в пространство между пластинами внесли парафин ($\epsilon = 2$). Определить разность потенциалов U_2 между пластинами после внесения диэлектрика. Определить также емкости конденсатора до C_1 и после C_2 внесения диэлектрика.

363. Разность потенциалов между точками A и B (рисунок 10) $U = 8$ В. Емкости конденсаторов соответственно равны $C_1 = 4$ мкФ и $C_2 = 8$ мкФ. Определить: 1) заряды Q_1 , Q_2 ; 2) разности потенциалов U_1 и U_2 на обкладках каждого конденсатора.



Рисунок 10

364. Сплошной эбонитовый шар ($\epsilon = 3$) радиусом $R = 6$ см заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 12$ нКл/м³. Определить энергию электростатического поля, заключенную в окружающем шар пространстве.

365. Определить ёмкость коаксиального кабеля длиной 15 м, если радиус его центральной жилы $r_1 = 0,8$ см, радиус оболочки $r_2 = 1,6$ см, а изоляционным материалом служит резина ($\epsilon = 2,5$).

366. Разность потенциалов между пластинами плоского конденсатора $U = 130$ В. Площадь каждой пластины $S = 220$ см², расстояние между пластинами $d = 0,2$ мм, пространство между ними заполнено парафином ($\epsilon = 2$). Определить силу притяжения пластин друг к другу.

367. Два плоских воздушных конденсатора одинаковой емкости соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов $U = 360$ В. Определить разность потенциалов этой системы, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнено слюдой ($\epsilon = 7$).

368. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 530$ В. Площадь пластин $S = 180$ см², расстояние между ними $d_1 = 1,2$ мм. Пластины раздвинули до расстояния $d_2 = 10$ мм. Найти энергию конденсатора до W_1 и после W_2 раздвижения пластины, если источник напряжения перед раздвижением: 1) отключался; 2) не отключался.

369. Две концентрические проводящие сферы радиусами $R_1 = 15$ см и $R_2 = 45$ см заряжены одинаковыми зарядами $Q = 120$ нКл. Определить энергию электростатического поля, заключенного между этими сферами.

370. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью $C = 12$ пФ заряжен до разности потенциалов $U_1 = 480$ В. После отключения конденсатора от источника напряжения расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в 2,5 раза. Определить: 1) разность потенциалов на обкладках конденсатора после их разряжения; 2) работу внешних сил по раздвижению пластин.

371. Определить плотность тока, если за 4 с через проводник сечением $1,8 \text{ мм}^2$ прошло $3 \cdot 10^{19}$ электронов.

372. По медному проводнику сечением $0,7 \text{ мм}^2$ течет ток 70 мА . Найти среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди $\rho = 8,9 \text{ г/см}^3$.

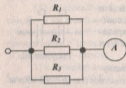


Рисунок 11

373. В цепи (рисунок 11) амперметр показывает силу тока $I = 1,5 \text{ А}$. Сила тока через сопротивление R_1 равна $I_1 = 0,5 \text{ А}$. Сопротивление $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$. Определить сопротивление R_1 , а также силу токов I_2 и I_3 , протекающих через сопротивление R_2 и R_3 .

374. По алюминиевому проводу сечением $S = 0,2 \text{ мм}^2$ течет ток $I = 0,4 \text{ А}$. Определить силу, действующую на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля.

Удельное сопротивление алюминия $\rho = 26 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

375. Два цилиндрических проводника одинаковой длины и одинакового сечения (один из меди, а другой из железа) соединены параллельно. Определить отношение мощностей токов для этих проводников. Удельные сопротивления меди и железа равны соответственно 17 и $98 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

376. От источника с напряжением $U = 800 \text{ В}$ необходимо передать потребителю мощность $P = 10 \text{ кВт}$ на некоторое расстояние. Какое наибольшее сопротивление может иметь линия передачи, чтобы потери энергии в ней не превышали 10% от передаваемой мощности?

377. Определить напряженность электрического поля в алюминиевом проводнике объемом $V = 9 \text{ см}^3$, если при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 3 \text{ мин}$ выделилось количество теплоты $Q = 2,4 \text{ кДж}$. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 26 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

378. Плотность электрического поля в медном проводе равна 12 А/см^2 . Определить удельную тепловую мощность тока, если удельное сопротивление меди $\rho = 17 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

379. Определить ток короткого замыкания источника ЭДС, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50 \text{ Ом}$ ток в цепи $I_1 = 0,2 \text{ А}$, а при $R_2 = 110 \text{ Ом}$ ток равен: $I_2 = 0,1 \text{ А}$.

380. В сеть с напряжением $U = 200 \text{ В}$ подключили катушку с сопротивлением $R_1 = 2 \text{ кОм}$ и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра $U_1 = 80 \text{ В}$. Когда катушку заменили другой, вольтметр показал $U_2 = 60 \text{ В}$. Определить сопротивление R_2 другой катушки.

381. 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, другой раз – параллельно. Определить внутреннее сопротивление батареи, если показания вольтметра в обоих случаях одинаковы.

382. В цепи (рисунок 12) $R_1 = R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}$. Вольтметр показывает $U_V = 200 \text{ В}$, сопротивление вольтметра $R_V = 800 \text{ Ом}$. Определить ЭДС батареи, пренебрегая ее сопротивлением.

383. Даны четыре элемента с электродвижущей силой $\mathcal{E} = 1,5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 0,2 \text{ Ом}$. Как нужно соединить эти элементы, чтобы получить от собранной батареи наибольшую силу тока во внешней цепи, имеющей сопротивление $R = 0,2 \text{ Ом}$? Определить максимальную силу тока.

384. В цепи (рисунок 13) $R_1 = R_2 = 50 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $C = 50 \text{ нФ}$. Определить ЭДС источника, пренебрегая его внутренним сопротивлением, если заряд на конденсаторе $Q = 2,2 \text{ мкКл}$.



Рисунок 12

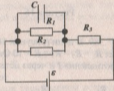


Рисунок 13

385. В цепи (рисунок 14) $R_1 = R$, $R_2 = 2R$, $R_3 = 3R$, $R_4 = 4R$. Определить заряд на конденсаторе.

386. Два источника тока с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 2 \text{ В}$ и $\mathcal{E}_2 = 1,5 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,5 \text{ Ом}$ и $r_2 = 0,4 \text{ Ом}$ включены параллельно сопротивлению $R = 2 \text{ Ом}$ (рисунок 15). Определить силу тока через это сопротивление.

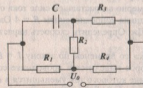


Рисунок 14

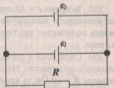


Рисунок 15

387. В цепи (рисунок 16) $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3$, $R_1 = 48 \text{ Ом}$, $R_2 = 24 \text{ Ом}$, падение напряжения на сопротивлении R_2 равно: $U_2 = 12 \text{ В}$. Пренебрегая внутренним сопротивлением элементов, определить: 1) силу тока во всех участках цепи; 2) сопротивление R_3 .

388. В цепи (рисунок 17) $\mathcal{E} = 2 \text{ В}$, $R_1 = 60 \text{ Ом}$, $R_2 = 40 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = 20 \text{ Ом}$ и $R_G = 100 \text{ Ом}$. Определить силу тока I_G , протекающего через гальванометр.

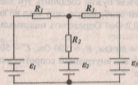


Рисунок 16

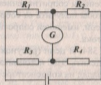


Рисунок 17

389. В цепи (рисунок 18) $\mathcal{E}_1 = 10 \text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = 20 \text{ В}$, $\mathcal{E}_3 = 40 \text{ В}$, а сопротивления $R_1 = R_2 = R_3 = R = 10 \text{ Ом}$. Определить силу тока, протекающих через сопротивления I и через источники ЭДС I' . Внутренние сопротивления источников ЭДС не учитывать.

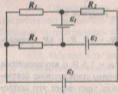


Рисунок 18

392. За время $t = 10 \text{ с}$ при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$ выделилось количество теплоты $Q = 5 \text{ кДж}$. Определить скорость нарастания силы тока.

393. Сила тока в цепи изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ за время, в течение которого ток уменьшится в e раз. Коэффициент α принять равным $4 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}$.

394. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$, где $I_0 = 15 \text{ А}$, $\alpha = 10^2 \text{ с}^{-1}$. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $t = 10^{-2} \text{ с}$.

395. Сила тока в цепи изменяется по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 12 \text{ Ом}$ за время, равное четверти периода (от $t_1 = 0$ до $t_2 = T/4$, где $T = 15 \text{ с}$).

396. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ за время $t = 40 \text{ с}$ равномерно нарастает от $I_1 = 3 \text{ А}$ до $I_2 = 9 \text{ А}$. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.

397. За время $t = 15 \text{ с}$ при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике выделилось количество теплоты $Q = 44 \text{ кДж}$. Определить среднюю силу тока $\langle I \rangle$ в проводнике, если его сопротивление $R = 20 \text{ Ом}$.

398. За время $t = 16 \text{ с}$ при равномерно возрастающей силе тока в проводнике сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$ выделилось количество теплоты $Q = 450 \text{ Дж}$. Определить заряд q , проходящий в проводнике, если сила тока в начальный момент времени равна нулю.

399. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Найти заряд Q , проходящий через поперечное сечение проводника за время t , равное половине периода T , если начальная сила тока $I_0 = 14 \text{ А}$, циклическая частота $\omega = 50\pi \text{ с}^{-1}$.

400. В проводнике за время $t = 15 \text{ с}$ при равномерном возрастании силы тока от $I_1 = 2 \text{ А}$ до $I_2 = 4 \text{ А}$ выделилось количество теплоты $Q = 6 \text{ кДж}$. Найти сопротивление R проводника.

4 ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Таблица 7 – Варианты контрольной работы и РГЭ

Вариант	Номера задач									
	401	411	421	431	441	451	461	471	481	491
1	401	411	421	431	441	451	461	471	481	491
2	402	412	422	432	442	452	462	472	482	492
3	403	413	423	433	443	453	463	473	483	493
4	404	414	424	434	444	454	464	474	484	494
5	405	415	425	435	445	455	465	475	485	495
6	406	416	426	436	446	456	466	476	486	496
7	407	417	427	437	447	457	467	477	487	497
8	408	418	428	438	448	458	468	478	488	498
9	409	419	429	439	449	459	469	479	489	499
10	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500

401. Квадратный контур со стороной $a = 6$ см, по которому течет ток $I = 85$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 5$ мТл). Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\beta = 180^\circ$.

402. По круговому витку радиусом $R = 8$ см течет ток $I = 40$ А. Виток расположен в однородном магнитном поле ($B = 60$ мТл) так, что нормаль к плоскости контура составляет угол $\beta = \pi/4$ с вектором B . Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при его повороте на угол $\varphi = \pi/3$ в направлении увеличения угла β .

403. Тонкий провод длиной $l = 45$ см изогнут в виде полукольца и помещен в магнитное поле ($B = 15$ мТл) так, что площадь полукольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. По проводу пропустили ток $I = 30$ А. Определить силу F , действующую на провод. Подводящие провода направлены вдоль линий магнитной индукции.

404. Шины генератора длиной $l = 4,2$ м находятся на расстоянии $a = 8$ см друг от друга. Найти силу взаимного отталкивания шин при коротком замыкании, если ток $I_{кз}$ короткого замыкания равен 4 кА.

405. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи $I = 160$ А. Определить силу F , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.

406. Короткая катушка площадью поперечного сечения $S = 240$ см², содержащая $N = 600$ витков провода, по которому течет ток $I = 4$ А, помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H = 1300$ А/м. Найти: 1) магнитный момент p_m катушки; 2) вращающий момент M , действующий на катушку, если ось катушки составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями поля.

407. По двум параллельным проводам длиной $l = 4$ м каждый текут одинаковые токи $I = 60$ А. Расстояние d между проводами равно 12 см. Определить силу F взаимодействия проводов.

408. Квадратная рамка из тонкого провода может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из сторон. Масса m рамки равна 30 г. Рамку поместили в однородное магнитное поле ($B = 0,2$ Тл), направленное вертикально вверх. Определить угол α , на который отклонилась рамка от вертикали, когда по ней пропустили ток $I = 15$ А.

409. Тонкое проводящее кольцо с током $I = 60$ А помещено в однородное магнитное поле ($B = 70$ мТл). Плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Радиус R кольца равен 30 см. Найти силу F , растягивающую кольцо.

410. По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии $d = 10$ см друг от друга, текут одинаковые токи

$I = 380$ А. В двух проводах направления токов совпадают. Вычислить для каждого из проводов отношение силы, действующей на него, к его длине.

411. По поверхности диска радиусом $R = 12$ см равномерно распределен заряд $Q = 0,3$ мкКл. Диск вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением диска.

412. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра (протона) по окружности радиусом $R = 53$ пм. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.

413. Сплошной цилиндр радиусом $R = 3$ см и высотой $h = 10$ см несет равномерно распределенный по объему заряд ($\rho = 0,3$ мкКл/м³). Цилиндр вращается с частотой $n = 15$ с⁻¹ относительно оси, совпадающей с его геометрической осью. Найти магнитный момент p_m цилиндра, обусловленный его вращением.

414. По тонкому стержню длиной $l = 30$ см равномерно распределен заряд $Q = 70$ нКл. Стержень вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через стержень на расстоянии $a = l/4$ от одного из его концов. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением стержня.

415. Заряд $Q = 0,3$ мкКл равномерно распределен по стержню длиной $l = 40$ см. Стержень вращается с угловой скоростью $\omega = 25$ рад/с относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Найти магнитный момент p_m , обусловленный вращением стержня.

416. Тонкое кольцо радиусом $R = 15$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 50$ нКл. Кольцо вращается с угловой скоростью $\omega = 30$ рад/с относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Найти магнитный момент p_m , обусловленный вращением кольца.

417. Диск радиусом $R = 5$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 80$ нКл/м²). Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением диска, относительно оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Угловая скорость вращения диска $\omega = 50$ рад/с.

418. Стержень длиной $l = 25$ см заряжен равномерно распределенным зарядом с линейной плотностью $\tau = 0,5$ мкКл/м. Стержень вращается с частотой $n = 20$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением стержня.

419. По тонкому кольцу радиусом $R = 15$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 70$ нКл/м. Кольцо вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его

центр, с частотой $n = 15 \text{ с}^{-1}$. Определить магнитный момент p_m обусловленный вращением кольца.

420. Протон движется по окружности радиусом $R = 0,4 \text{ см}$ с линейной скоростью $v = 2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Определить магнитный момент p_m , создаваемый эквивалентным круговым током.

421. Электрон влетел в однородное магнитное поле ($B = 240 \text{ мТл}$) перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить силу эквивалентного кругового тока $I_{\text{экв}}$, создаваемого движением электрона в магнитном поле.

422. Альфа-частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов, стала двигаться в однородном магнитном поле ($B = 52 \text{ мТл}$) по винтовой линии с шагом $h = 4 \text{ см}$ и радиусом $R = 1,5 \text{ см}$. Определить ускоряющую разность потенциалов, которую прошла альфа-частица.

423. Ион, попав в магнитное поле ($B = 0,02 \text{ Тл}$), стал двигаться по окружности. Определить кинетическую энергию T (в эВ) иона, если магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока равен $3,2 \cdot 10^{-14} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.

424. Ион с кинетической энергией $T = 1,2 \text{ кэВ}$ попал в однородное магнитное поле ($B = 23 \text{ мТл}$) и стал двигаться по окружности. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.

425. Протон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 320 \text{ В}$ и влетел в однородное магнитное поле ($B = 25 \text{ Тл}$) под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям магнитной индукции. Определить шаг h и радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон в магнитном поле.

426. Два иона разных масс с одинаковыми зарядами влетели в однородное магнитное поле, стали двигаться по окружностям радиусами $R_1 = 3,1 \text{ см}$ и $R_2 = 1,83 \text{ см}$. Определить отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

427. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 100 \text{ В}$ и, влетев в однородное магнитное поле ($B = 0,1 \text{ Тл}$), стала двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6,5 \text{ см}$ и радиусом $R = 1 \text{ см}$. Определить отношение заряда частицы к ее массе.

428. Однозарядный ион натрия прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$ и влетел перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородное поле ($B = 0,5 \text{ Тл}$). Определить относительную атомную массу A иона, если он описал окружность радиусом $R = 4,37 \text{ см}$.

429. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 380 \text{ В}$ и, попав в однородное магнитное поле, стала двигаться по винтовой линии радиусом $R = 1,2 \text{ см}$ и шагом $h = 3,8 \text{ см}$. Определить магнитную индукцию B поля.

430. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 700 \text{ В}$ и, влетев в однородное магнитное поле $B = 46 \text{ мТл}$, стал двигаться по винтовой линии с шагом $h = 5,8 \text{ см}$. Определить радиус R винтовой линии.

431. Протон прошел некоторую ускоряющую разность потенциалов U и влетел в скрещенные под прямым углом однородные поля: магнитное ($B = 7 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 25 \text{ кВ/м}$). Определить разность потенциалов U , если протон в скрещенных полях движется прямолинейно.

432. Однородные магнитное ($B = 2,8 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 15 \text{ кВ/м}$) поля скрещены под прямым углом. Электрон, скорость в котором равна $5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$, влетает в эти поля так, что силы, действующие на него со стороны магнитного и электрического полей, сонаправлены. Определить ускорение a электрона. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

433. Альфа-частица, имеющая скорость $v = 2,5 \text{ Мм/с}$, влетает под углом $\alpha = 30^\circ$ к сонаправленным магнитному ($B = 1,5 \text{ мТл}$) и электрическому ($E = 3 \text{ кВ/м}$) полям. Определить ускорение a альфа-частицы. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

434. В скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($H = 1,7 \text{ МА/м}$) и электрическое ($E = 34 \text{ кВ/м}$) поля влетел ион. При какой скорости v иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно?

435. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 645 \text{ В}$, влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($B = 1,5 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 200 \text{ В/м}$) поля. Определить отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.

436. Магнитное ($B = 2,5 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 2 \text{ кВ/м}$) поля сонаправлены. Перпендикулярно векторам B и E влетает электрон со скоростью $v = 0,9 \text{ Мм/с}$. Определить ускорение a электрона. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

437. Альфа-частица влетела в скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 4,5 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 40 \text{ кВ/м}$) поля. Определить ускорение a альфа-частицы, если ее скорость v ($v = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$) перпендикулярна векторам B и E , причем силы, действующие со стороны этих полей, противоположно направлены. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

438. Протон влетел в скрещенные под углом $\alpha = 150^\circ$ магнитное ($B = 40 \text{ мТл}$) и электрическое ($E = 30 \text{ кВ/м}$) поля. Определить ускорение a протона, если его скорость v ($v = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$) перпендикулярна векторам B и E . Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

439. Однозарядный ион лития массой $m = 7$ а. е. м. прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 420$ В и влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить магнитную индукцию B поля, если траектория иона в скрещенных полях прямолинейна. Напряженность E электрического поля равна 3 кВ/м.

440. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 1,6$ кВ, попал в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить напряженность E электрического поля, если магнитная индукция B поля равна 8 Тл.

441. Рамка, содержащая $N = 300$ витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки $S = 56$ см². Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,03$ Тл). Определить максимальную ЭДС \mathcal{E}_{\max} , которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой $n = 60$ с⁻¹.

442. В магнитное поле, изменяющееся по закону $B = B_0 \cos \omega t$ ($B_0 = 0,1$ Тл, $\omega = 4$ с⁻¹), помещена квадратная рамка со стороной $a = 50$ см, причем нормаль к рамке образует с направлением поля угол $\alpha = 45^\circ$. Определить ЭДС индукции, возникающую в рамке в момент времени $t = 5$ с.

443. Плоскость проволочного витка площадью $S = 100$ см² и сопротивлением $R = 5$ Ом, находящегося в однородном магнитном поле напряженностью $H = 10$ кА/м, перпендикулярна линиям магнитной индукции. При повороте витка в магнитном поле отсчет гальванометра, замкнутого на виток, составляет $Q = 12,6$ мКл. Определить угол поворота витка.

444. В катушке длиной $l = 0,5$ м, диаметром $d = 5$ см и числом витков $N = 1500$ ток равномерно увеличивается на $0,2$ А за одну секунду. На катушку надето кольцо из медной проволоки ($\rho = 17$ нОм·м) площадью сечения $S_k = 3$ мм². Определить силу тока в кольце.

445. В однородном магнитном поле ($B = 0,1$ Тл) вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 50$ с⁻¹ вокруг вертикальной оси стержень длиной $l = 0,4$ м. Определить ЭДС индукции \mathcal{E} , возникающей в стержне, если ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям магнитной индукции.

446. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,02$ Тл равномерно вращается вокруг вертикальной оси горизонтальный стержень длиной $l = 0,5$ м. Ось вращения проходит через конец стержня параллельно линиям магнитной индукции. Определить число оборотов в секунду, при котором на концах стержня возникает разность потенциалов $U = 0,1$ В.

447. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл равномерно с частотой $n = 600$ мин⁻¹ вращается рамка, содержащая $N = 1200$ витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки $S = 100$ см². Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям маг-

нитной индукции. Определить максимальную ЭДС \mathcal{E}_{\max} индуцируемую в рамке.

448. В однородном магнитном поле ($B = 0,2$ Тл) равномерно вращается прямоугольная рамка, содержащая $N = 200$ витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки $S = 100$ см². Определить частоту вращения рамки ω , если максимальная ЭДС, индуцируемая в ней, (\mathcal{E}_{\max}) = $12,6$ В.

449. В однородном магнитном поле равномерно вращается прямоугольная рамка с частотой $n = 600$ мин⁻¹. Амплитуда индуцируемой в рамке ЭДС $\mathcal{E}_0 = 3$ В. Определить максимальный магнитный поток через рамку.

450. Катушка длиной $l = 50$ см и диаметром $d = 5$ см содержит $N = 200$ витков. По катушке течет ток $I = 1$ А. Определить: 1) индуктивность катушки; 2) магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.

451. Сверхпроводящий соленоид длиной $l = 10$ см и площадью поперечного сечения $S = 3$ см², содержащий $N = 1000$ витков, может быть подключен к источнику ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В. Определить силу тока I через $0,01$ с после замыкания ключа.

452. Через катушку, индуктивностью $L = 200$ мГн, протекает ток, изменяющийся по закону $I = 2 \cos 3t$. Определить: 1) закон изменения ЭДС самоиндукции; 2) максимальное значение ЭДС самоиндукции.

453. В соленоиде без сердечника, содержащем $N = 1000$ витков, при увеличении силы тока магнитный поток увеличился на 1 мВб. Определить среднюю ЭДС самоиндукции $\langle \mathcal{E} \rangle$, возникающую в соленоиде, если изменение силы тока произошло за $0,1$ с.

454. Имется катушка индуктивностью $L = 0,1$ Гн и сопротивлением $R = 0,8$ Ом. Определить, во сколько раз уменьшится сила тока в катушке через $t = 30$ мс, если источник тока отключить и катушку замкнуть накороток.

455. Определить, через какое время t сила тока замыкания достигнет $0,95$ предельного значения, если источник тока замыкают на катушку сопротивлением $R = 12$ Ом и индуктивностью $0,5$ Гн.

456. Катушку индуктивностью $L = 0,6$ Гн подключают к источнику тока. Определить сопротивление катушки, если за время $t = 3$ с сила тока через катушку достигает 80% предельного значения.

457. Бесконечно длинный соленоид длиной $l = 0,8$ м имеет однослойную обмотку из алюминиевого провода массой $m = 400$ г. Определить время релаксации τ для этого соленоида. Плотность и удельное сопротивление алюминия равны соответственно $\rho = 2,7$ г/см³ и $\rho' = 26$ Ом·м.

458. Соленоид диаметром $d = 3$ см имеет однослойную обмотку из плотно прилегающих друг к другу витков алюминиевого провода ($\rho = 26$ Ом·м) диаметром $d_1 = 0,3$ мм. По соленоиду течет ток $I_0 = 0,5$ А.

Определить количество электричества Q , протекающее по соленоиду, если его концы замкнуть.

459. Две катушки намотаны на один общий сердечник. Определить их взаимную индуктивность, если при скорости изменения силы тока в первой катушке $dI_1/dt = 3 \text{ A/c}$ во второй катушке индуцируется ЭДС $\mathcal{E}_2 = 0,3 \text{ В}$.

460. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1 = 0,12 \text{ Гн}$, второй $L_2 = 3 \text{ Гн}$. Сопротивление второй катушки $R_2 = 300 \text{ Ом}$. Определить силу тока I_2 во второй катушке, если за время $\Delta t = 0,01 \text{ с}$ силу тока в первой катушке уменьшить от $I_1 = 0,5 \text{ А}$ до нуля.

461. Принимая, что электрон в возбужденном атоме водорода движется по круговой орбите радиусом $r = 52,8 \text{ пм}$, определить: 1) магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока; 2) орбитальный механический момент L_e электрона; 3) гиромагнитное отношение, доказав, что оно совпадает со значением, определяемым универсальными постоянными.

462. В однородное магнитное поле вносится длинный вольфрамовый стержень (магнитная проницаемость вольфрама $\mu = 1,0176$). Определить, какая доля суммарного магнитного поля в этом стержне определяется молекулярными токами.

463. Напряженность однородного магнитного поля в платине равна 5 А/м . Определить магнитную индукцию поля, создаваемого молекулярными токами, если магнитная восприимчивость платины равна $3,6 \cdot 10^{-4}$.

464. По круговому контуру радиусом $r = 40 \text{ см}$, погруженному в жидкий кислород, течет ток $I = 1 \text{ А}$. Определить намагнитченность в центре этого контура. Магнитная восприимчивость жидкого кислорода $\chi = 3,4 \cdot 10^{-3}$.

465. По обмотке соленоида индуктивностью $L = 3 \text{ мГн}$, находящегося в диамагнитной среде, течет ток $I = 0,4 \text{ А}$. Соленоид имеет длину $l = 45 \text{ см}$, площадь поперечного сечения $S = 10 \text{ см}^2$ и число витков $N = 1000$. Определить внутри соленоида: 1) магнитную индукцию; 2) намагнитченность.

466. Соленоид, находящийся в диамагнитной среде, имеет длину $l = 30 \text{ см}$, площадь поперечного сечения $S = 15 \text{ см}^2$ и число витков $N = 500$. Индуктивность соленоида $L = 1,5 \text{ мГн}$, а сила тока, протекающего по нему, $I = 1 \text{ А}$. Определить: 1) магнитную индукцию внутри соленоида; 2) намагнитченность внутри соленоида.

467. Индукция магнитного поля в железном стержне $B = 1,2 \text{ Тл}$. Определить для него намагнитченность, если зависимость $B(H)$ для данного сорта ферромагнетика представлена на рисунке 19.

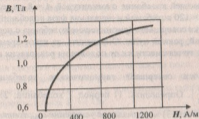


Рисунок 19

468. Железный сердечник длиной $l = 0,5 \text{ м}$ малого сечения ($d \ll l$) содержит 400 витков. Определить магнитную проницаемость железа при силе тока $I = 1 \text{ А}$. Использовать график на рисунке 19.

469. На железное кольцо намотано в один слой $N = 500$ витков провода. Средний диаметр d кольца равен 25 см . Определить магнитную индукцию B в железе и магнитную проницаемость μ железа, если сила тока I в обмотке: 1) $0,5 \text{ А}$; 2) $2,5 \text{ А}$. Использовать график на рисунке 19.

470. Определить силу тока смещения между квадратными пластинами конденсатора со стороной 5 см , если напряженность электрического поля изменяется со скоростью $4,52 \text{ МВ/(м·с)}$.

471. Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых $x = A \sin \omega t$, где $A = 4 \text{ см}$, $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией $W = 0,1 \text{ мДж}$, на нее действовала возвращающая сила $F = 3 \text{ мН}$. Найти этот момент времени t .

472. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение $x_0 = 3 \text{ см}$, а скорость $v_0 = 12 \text{ см/с}$. Определить амплитуду A и начальную фазу ϕ_0 колебаний, если их период $T = 4 \text{ с}$.

473. Определить период T колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения $\Delta r = 20 \text{ см}$ и максимальная скорость $v_{\max} = 15 \text{ см/с}$.

474. Шарик массой $m = 70 \text{ г}$ колеблется с периодом $T = 3 \text{ с}$. В начальный момент времени смещение шарика $x_0 = 5,0 \text{ см}$ и он обладает энергией $E = 0,01 \text{ Дж}$. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.

475. Определить период T простых гармонических колебаний диска радиусом $R = 30$ см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.

476. Записать уравнение гармонического колебательного движения точки, совершающей колебания с амплитудой $A = 8$ см, если за $t = 1$ мин совершается $n = 120$ колебаний и начальная фаза колебаний равна 45° .

477. 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.

478. Точка совершает гармонические колебания по закону $x = 3 \cos\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{8}\right)$. Определить: 1) период T колебаний; 2) максимальную скорость v_{\max} точки; 3) максимальное ускорение a_{\max} точки.

479. Точка совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см и периодом $T = 5$ с. Определить для точки: 1) максимальную скорость; 2) максимальное ускорение.

480. Скорость материальной точки, совершающей гармонические колебания, задается уравнением $v(t) = -6 \sin 2\pi t$. Записать зависимость смещения этой точки от времени.

481. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,2$ мГн и конденсатора площадью пластин $S = 155$ см², расстояние между которыми $d = 1,5$ мм. Зная, что контур резонирует на длину волны $\lambda = 630$ м, определить диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора.

482. Колебательный контур содержит соленоид (длина $l = 5$ см, площадь поперечного сечения $S_1 = 1,5$ см², число витков $N = 500$) и плоский конденсатор (расстояние между пластинами $d = 1,5$ мм, площадь пластин $S_2 = 100$ см²). Определить частоту ω собственных колебаний контура.

483. Сила тока в колебательном контуре, содержащем катушку индуктивностью $L = 0,1$ Гн и конденсатор, со временем изменяется согласно уравнению $I = -0,4 \sin 200\pi t$. Определить: 1) период колебаний; 2) емкость конденсатора; 3) максимальное напряжение на обкладках конденсатора; 4) максимальную энергию магнитного поля; 5) максимальную энергию электрического поля.

484. Конденсатор емкостью C зарядили до напряжения U_m и замкнули на катушку индуктивностью L . Пренебрегая сопротивлением контура, определить амплитудное значение силы тока в данном колебательном контуре.

485. Частота свободных колебаний некоторой системы $\omega = 65$ рад/с, а ее добротность $Q = 2$. Определить собственную частоту ω_0 колебаний этой системы.

486. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 10$ мкГн, конденсатора емкостью $C = 0,1$ мкФ и резистора сопротивлением $R = 20$ Ом. Определить, через какое количество N полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшится в e раз.

487. Определить логарифмический декремент, при котором энергия колебательного контура за $N = 5$ полных колебаний уменьшается в $n = 8$ раз.

488. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 6$ мкГн, конденсатора емкостью $C = 10$ нФ и резистора сопротивлением $R = 10$ Ом. Определить для случая максимума тока отношение энергий магнитного поля катушки к энергии электрического поля.

489. Определить добротность Q колебательного контура, состоящего из катушки индуктивностью $L = 2$ мкГн и конденсатора емкостью $C = 0,2$ мкФ и резистора сопротивлением $R = 1$ Ом.

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

491. Скорость распространения звука в двухатомном газе при некоторых условиях равна 320 м/с. Определить наиболее вероятную скорость v , молекул этого газа при тех же условиях.

492. Смещение ξ_i из положения равновесия частиц среды, находящейся на расстоянии $x_i = 6$ см от источника колебаний через промежуток времени $t = T/4$, равно трети амплитуды. Определите длину волны.

493. Бегущая плоская звуковая волна описывается уравнением вида $\xi(x,t) = 4 \cdot 10^{-5} \cos(1600t - 6,2x)$, м. Определить отношение амплитуды смещения частиц среды к длине волны и отношение амплитуды скорости частиц к скорости распространения волны.

494. Плотность ρ азота при давлении 10^5 Па равна $1,43$ кг/м³. Определить скорость распространения звука в азоте при данных условиях.

495. Два динамика расположены на расстоянии $d = 15$ см друг от друга и воспроизводят один и тот же звуковой фон на частоте $\nu = 2200$ Гц. Приемник находится на расстоянии $l = 4,4$ м от центров динамиков. Принимая скорость звука $v = 340$ м/с, определить, на какое расстояние от центральной линии параллельно динамикам следует отодвинуть приемник, чтобы он зафиксировал первый интерференционный минимум.

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

497. Радиолокатор обнаружил в море подвижную лодку, отраженный сигнал от которой дошел до него за $t = 36$ мкс. Учитывая, что диэлектрическая проницаемость воды $\epsilon = 2$, определить расстояние от локатора до подводной лодки.

498. Длина электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, равна $\lambda = 12$ м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определить максимальный заряд Q_m на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в контуре $I_m = 1$ А.

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

500. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает перпендикулярно поверхности тела, полностью ее поглощающего. Определить давление, оказываемое волной на тело, если амплитуда электрического поля электромагнитной волны равна $1,5$ В/м.

5 ВОЛНОВАЯ ОПТИКА. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ, АТОМНОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Таблица 8 – Варианты контрольной работы и РГЗ

Вариант	Номера задач									
1	501	511	521	531	541	551	561	571	581	591
2	502	512	522	532	542	552	562	572	582	592
3	503	513	523	533	543	553	563	573	583	593
4	504	514	524	534	544	554	564	574	584	594
5	505	515	525	535	545	555	565	575	585	595
6	506	516	526	536	546	556	566	576	586	596
7	507	517	527	537	547	557	567	577	587	597
8	508	518	528	538	548	558	568	578	588	598
9	509	519	529	539	549	559	569	579	589	599
10	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600

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

502. На стеклянную пластинку нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления $n = 1,35$. Пластинка освещена параллельным пучком монохроматического света с длиной волны $\lambda = 620$ нм, падающим на пластинку нормально. Какую минимальную толщину d_{\min} должен иметь слой, чтобы отраженный пучок имел наименьшую яркость?

503. Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием $f = 0,8$ м лежит выпуклой стороной на стеклянной пластинке. Радиус пятого темного коль-

ца Ньютона в отраженном свете $r_5 = 1,1$ мм. Определить длину световой волны λ .

504. Плосковыпуклая линза с оптической силой $\Phi = 2$ дптр выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус r_4 четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен $0,7$ мм. Определить длину λ световой волны.

505. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 525$ нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете $b = 0,47$ мм. Определить угол α между поверхностями клина. Показатель преломления стекла, из которого изготовлен клин, $n = 1,6$.

506. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 520$ нм. Отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину d_{\min} пленки, если показатель преломления материала пленки $n = 1,4$.

507. На тонкую глицериновую пленку толщиной $d = 1,2$ мкм нормально к ее поверхности падает белый свет. Определить длины волн λ лучей видимого участка спектра ($0,4 < \lambda < 0,8$ мкм), которые будут ослаблены в результате интерференции.

508. Расстояние L от щелей до экрана в опыте Юнга равно 1 м. Определить расстояние между щелями, если на отрезке длиной $l = 1$ см укладывается $N = 10$ темных интерференционных полос. Длина волны $\lambda = 0,7$ мкм.

509. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус третьего темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм равен $r_3 = 0,82$ мм. Радиус кривизны линзы $R = 0,5$ м.

510. На стеклянную пластину положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. Сверху линза освещена монохроматическим светом длиной волны $\lambda = 540$ нм. Найти радиус R линзы, если радиус четвертого кольца Ньютона в отраженном свете $r_4 = 2,4$ мм.

511. Постоянная дифракционной решетки в $n = 3$ раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол α между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.

512. Расстояние между штрихами дифракционной решетки $d = 3,8$ мкм. На решетку падает нормально свет с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

513. Какое наименьшее число N_{\min} штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре второго порядка можно было ви-

дети разделяю две желтые линии натрия с длинами волн $\lambda = 589,0$ нм и $\lambda = 589,6$ нм? Какова длина l такой решетки, если постоянная решетки $d = 4$ мкм?

514. На непрозрачную пластину с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна ($\lambda = 630$ нм). Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному максимуму, $\varphi = 24^\circ$. Определить ширину a щели.

515. На грань кристалла падает параллельный пучок рентгеновского излучения ($\lambda = 140$ пм). Под углом $\theta = 34^\circ$ к поверхности кристалла наблюдается дифракционный максимум второго порядка. Определить расстояние d между атомными плоскостями кристалла.

516. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Дифракционная картина проецируется с помощью линзы с фокусным расстоянием $f = 0,6$ м. Ширина центральной светлой полосы на экране $b = 3$ см. Определить, как надо изменить ширину щели, чтобы центральная полоса занимала весь экран (при любой ширине экрана).

517. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения. Расстояние d между атомными плоскостями равно 260 пм. Под углом $\theta = 68^\circ$ к атомной плоскости наблюдается дифракционный максимум первого порядка. Определить длину волны λ рентгеновского излучения.

518. На поверхность дифракционной решетки нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в $n = 3,5$ раза больше длины световой волны. Найти общее число M дифракционных максимумов, которые теоретически возможно наблюдать в данном случае.

519. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок белого света. Спектры третьего и четвертого порядка частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница ($\lambda = 780$ нм) спектра третьего порядка?

520. На дифракционную решетку, содержащую $n = 550$ штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется на экран линзой, помещенной вблизи решетки. Определить длину l спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана $L = 1,4$ м. Границы видимого спектра $\lambda_{\text{к}} = 780$ нм, $\lambda_{\text{к}} = 400$ нм.

521. Пучок света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол $\varphi = 35^\circ$. Принимая, что коэффициент поглощения k каждого николя равен 0,12, найти, во сколько раз пучок света, выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с пучком, падающим на первый николь.

522. Пучок света, идущий в стеклянном сосуде с глицерином, отражается от дна сосуда. При каком угле i_1 падения отраженный пучок света максимально поляризован?

523. Кварцевую пластинку поместили между скрещенными николями. При какой наименьшей толщине d_{min} кварцевой пластинки поле зрения между николями будет максимально просветлено? Постоянная вращения α кварца равна 27 град/мм.

524. Угол падения луча на поверхность стекла равен $i_1 = 60^\circ$. При этом отраженный пучок света оказался максимально поляризованным. Определить угол i_2 преломления луча.

525. Угол между плоскостями пропускания поляризаторов равен $\alpha = 50^\circ$. Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в $n = 4$ раза. Пренебрегая потерей света при отражении, определить коэффициент поглощения k света в поляризаторах.

526. Из смотрового окошечка печи излучается поток $\Phi_e = 4,5$ кДж/мин. Определить температуру T печи, если площадь окошечка $S = 7$ см².

527. Определить поглощательную способность α_T серого тела, для которого температура, измеренная радиационным пирометром, $T_{\text{рад}} = 1,6$ кК, тогда как истинная температура тела равна $T = 3,4$ кК.

528. Средняя энергетическая светимость R поверхности Земли равна 0,54 Дж/(см²·мин). Какова должна быть температура T поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты $a_T = 0,25$?

529. Поток излучения абсолютно черного тела $\Phi_e = 15$ кВт, максимум энергии излучения приходится на длину волны $\lambda_{\text{max}} = 0,83$ мкм. Определить площадь S излучающей поверхности.

530. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{\text{к}} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{\text{к}} = 390$ нм)?

531. На металл падает рентгеновское излучение с длиной волны $\lambda = 1$ нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость v_{max} фотоэлектронов.

532. Какова должна быть длина волны γ -излучения, падающего на платиновую пластину, если максимальная скорость фотоэлектронов $v_{\text{max}} = 6$ Мм/с?

533. На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,12$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0,34$ мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

534. На металлическую пластину направлен монохроматический пучок света с частотой $\nu = 7,1 \cdot 10^{14}$ Гц. Красная граница λ_0 фотоэффекта для

данного материала равна 540 нм. Определить максимальную скорость v_{\max} фотоэлектронов.

535. На поверхность калия падает свет с длиной волны $\lambda = 170$ нм. Определить максимальную кинетическую энергию T_{\max} фотоэлектронов.

536. На металлическую пластину направлен пучок ультрафиолетового излучения ($\lambda = 0,23$ мкм). Фототок прекращается при минимальной задерживающей разности потенциалов $U_{\min} = 0,98$ В. Определить работу выхода A электронов из металла.

537. Фотон с энергией $\epsilon = 12$ эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс p , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластин.

538. Красная граница фотоэффекта для цинка $\lambda_0 = 310$ нм. Определить максимальную кинетическую энергию T_{\max} фотоэлектронов в электролотах, если на цинк падает свет с длиной волны $\lambda = 240$ нм.

539. На фотоземлет с катодом из лития падает свет с длиной волны $\lambda = 240$ нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов U_{\min} , которую нужно приложить к фотоземлету, чтобы прекратить фототок.

540. На цинковую пластину направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов $U = 1,8$ В. Определить длину волны λ света, падающего на пластину.

541. Рентгеновское излучение ($\lambda = 1$ нм) рассеивается электронами, которые можно считать практически свободными. Определить максимальную длину волны λ_{\max} рентгеновского излучения в рассеянном пучке.

542. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне был рассеян на угол $\theta = \pi/2$. Определить импульс p (в МэВ/с), приобретенный электроном, если энергия фотона до рассеяния была $\epsilon_1 = 1,02$ МэВ.

543. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол $\theta = \pi/2$? Энергия фотона до рассеяния $\epsilon_1 = 0,51$ МэВ.

544. Определить максимальное изменение длины волны $(\Delta\lambda)_{\max}$ при комптоновском рассеянии света на свободных электронах и свободных протонах.

545. Фотон с энергией $\epsilon_1 = 0,51$ МэВ был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроне на угол $\theta = 180^\circ$. Определить кинетическую энергию T электрона отдачи.

546. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 15$ пм рассеялся на свободном электроне. Длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 16$ пм. Определить угол θ рассеяния.

547. В результате эффекта Комптона фотон с энергией в $\epsilon_1 = 1,02$ МэВ рассеян на свободных электронах на угол $\theta = 150^\circ$. Определить энергию ϵ_2 рассеянного фотона.

548. Определить угол θ , на который был рассеян γ -квант с энергией $\epsilon_1 = 1,53$ МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $T = 0,51$ МэВ.

549. Фотон с энергией $\epsilon_1 = 0,51$ МэВ при рассеянии на свободном электроне потерял половину своей энергии. Определить угол рассеяния θ .

550. Определить импульс p_e электрона отдачи, если фотон с энергией $\epsilon_1 = 1,53$ МэВ в результате рассеяния на свободном электроне потерял $1/3$ своей энергии.

551. Свет с длиной волны $\lambda = 620$ нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление $p = 3,8$ мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 2$ м² этой поверхности.

552. На расстоянии $r = 4$ м от точечного монохроматического ($\lambda = 0,52$ мкм) изотропного источника расположена площадка ($S = 10$ м²) перпендикулярно падающим пучкам. Определить число N фотонов, ежедневно падающих на площадку. Мощность излучения $P = 120$ Вт.

553. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, $p = 4$ мПа. Определить концентрацию n_0 фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность, $\lambda = 0,48$ мкм.

554. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, если при энергетической освещенности $E_e = 150$ Вт/м² давление света на нее оказалось равным $p = 0,8$ мкПа.

555. Давление света с длиной волны $\lambda = 420$ нм, падающего нормально на черную поверхность, равно $p = 2,5$ нПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 5$ с на площадь $S = 1,5$ мм² этой поверхности.

556. Определить энергетическую освещенность (облученность) E_e зеркальной поверхности, если давление, производимое излучением, $p = 45$ мкПа. Излучение падает нормально к поверхности.

557. Точечный источник монохроматического $\lambda = 1$ м излучения находится в центре сферической зачерненной колбы радиусом $R = 9$ см. Определить световое давление p , производимое на внутреннюю поверхность колбы, если мощность источника $P = 1,2$ кВт.

558. На зеркальную поверхность площадью $S = 5$ см² падает нормально поток излучения $\Phi_e = 0,7$ Вт. Определить давление p и силу давления F света на эту поверхность.

559. На зеркальную поверхность под углом $\alpha = 60^\circ$ к нормали падает пучок монохроматического света ($\lambda = 595$ нм). Плотность потока энергии

светового пучка $\Phi = 1,2 \text{ кВт/м}^2$. Определить давление p , производимое светом на зеркальную поверхность.

560. Свет падает нормально на зеркальную поверхность, находящуюся на расстоянии $r = 12 \text{ см}$ от точечного изотропного излучателя. При какой мощности P излучателя давление p на зеркальную поверхность будет равным $1,3 \text{ мПа}$?

561. На дифракционную решетку с периодом $d = 0,85 \text{ мкм}$ нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной атомарным водородом. Оказалось, что в спектре дифракционный максимум $k = 5$ порядка, наблюдаемый под углом $\phi = 45^\circ$, соответствовал одной из линий серии Лаймана. Определите главное квантовое число, соответствующее энергетическому уровню, с которого произошел переход.

562. Не возбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны $\lambda = 102,6 \text{ нм}$. Вычислите, пользуясь теорией Бора, радиус r электронной орбиты возбужденного атома водорода.

563. Вычислите по теории Бора радиус r_2 второй стационарной орбиты и скорость v_2 электрона на этой орбите для атома водорода.

564. Вычислите по теории Бора период T вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 2$.

565. Определить максимальную энергию ϵ_{max} фотона серии Бальмера в спектре излучения атомарного водорода.

566. Определить первый потенциал ϕ_1 возбуждения и энергию ионизации E_i атома водорода, находящегося в основном состоянии.

567. Определить энергию ϵ фотона, испускаемого атомом водорода при переходе электрона с третьей орбиты на вторую.

568. Найти наибольшую λ_{max} и наименьшую λ_{min} длины волн в ультрафиолетовой серии водорода (серия Лаймана).

569. В однозарядном ионе гелия электрон перешел с третьего энергетического уровня на первый. Определить длину волны λ излучения, испущенного ионом гелия.

570. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую T , потенциальную Π и полную E энергии электрона. Ответ выразить в электронвольтах.

571. Определить длину волны λ де Бройля для частицы массой $m = 1 \text{ г}$, движущейся со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$. Нужно ли учитывать в этом случае волновые свойства частицы?

572. Вычислить длину волны λ де Бройля для электрона, обладающего кинетической энергией $T = 13,6 \text{ эВ}$ (энергия ионизации атома водорода). Сравнить полученное значение λ с диаметром d атома водорода (найти отношение λ/d). Нужно ли учитывать волновые свойства электрона при изу-

чении движения электрона в атоме водорода? Диаметр атома водорода принять равным удвоенному значению боровского радиуса.

573. При анализе рассеяния α -частиц на ядрах (опыты Резерфорда) прицельные расстояния принимались порядка $0,1 \text{ нм}$. Волновые свойства α -частиц ($E = 7,7 \text{ МэВ}$) при этом не учитывались. Допустимо ли это?

574. Вычислить длину волны λ де Бройля для тепловых ($T = 300 \text{ К}$) нейтронов. Следует ли учитывать волновые свойства нейтронов при анализе их взаимодействия с кристаллом? Расстояние между атомами в кристалле принять равным $0,5 \text{ нм}$.

575. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти протон, чтобы длина волны λ де Бройля была равна: 1) 1 нм ; 2) 1 пм ?

576. Вычислить длину волны λ де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U , равную: 1) 1 МВ ; 2) 1 ГВ .

577. Протон обладает кинетической энергией $T = 1 \text{ кэВ}$. Определить дополнительную энергию ΔT , которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волны λ де Бройля уменьшилась в три раза.

578. Определить длины волн де Бройля α -частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$.

579. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1,02 \text{ МэВ}$. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия электрона уменьшится вдвое?

580. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению его энергии покоя $T = 2 m_0 c^2$. Вычислить длину волны λ де Бройля для такого электрона.

581. Частица находится в бесконечно глубоком, одномерном прямоугольном потенциальном ящике. Найти отношение разности ΔE_{n+1} соседних энергетических уровней к энергии E_n частицы в трех случаях: 1) $n = 2$; 2) $n = 5$; 3) $n \rightarrow \infty$.

582. Используя соотношения неопределенностей, оценить наименьшие ошибки Δp в определении импульса электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц могут быть установлены с неопределенностью $\Delta x = 0,01 \text{ мм}$.

583. Время жизни τ возбужденного ядра порядка 1 нс , длина волны излучения равна $\lambda = 0,1 \text{ нм}$. С какой наибольшей точностью $\Delta \epsilon$ может быть определена энергия излучения?

584. Частица в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность ω обнаружения частицы в крайней четверти ящика?

585. Атом испустил фотон с длиной волны $\lambda = 800 \text{ нм}$. Продолжительность излучения $\tau = 10 \text{ нс}$. Определить наибольшую точность $\Delta \lambda$, с которой может быть измерена длина волны излучения.

586. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину I одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия электрона $E_{\min} = 10$ эВ.

587. Альфа-частица находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике. Используя соотношения неопределенностей, оценить ширину I ящика, если известно, что минимальная энергия α -частицы $E_{\min} = 8$ МэВ.

588. Электрон находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной I . В каких точках в интервале $0 < x < I$ плотности вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинаковы? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком.

589. Электрон находится в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной $I = 0,1$ нм. Определить в электрон-вольтах наименьшую разность энергетических уровней электрона.

590. Частица в бесконечно глубоком, одномерном, прямоугольном потенциальном ящике шириной I находится в возбужденном состоянии ($n = 3$). Определить, в каких точках интервала $0 < x < I$ плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значения.

591. Определить образовавшееся ядро в следующей реакции:
 ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow X + {}^4_2\text{He}$.

592. Определить образовавшееся ядро в следующей реакции:
 ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow X + {}^4_2\text{He}$.

593. Определить образовавшееся ядро в следующей реакции:
 ${}^3_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow X + {}^4_2\text{He}$.

594. Определить образовавшееся ядро в следующей реакции:
 ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow X + p$.

595. Определить образовавшееся ядро в следующей реакции:
 ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow X + {}^4_2\text{He}$.

596. Электрон и позитрон, имевшие одинаковые кинетические энергии $T = 0,51$ МэВ, при взаимодействии превратились в два одинаковых фотона. Определить энергию ϵ каждого фотона и соответствующую ему длину волны λ .

597. Фотон с энергией $\epsilon = 1,53$ МэВ превратился в пару электрон-позитрон. Принимая, что кинетическая энергия частиц одинакова, определить кинетическую энергию T каждой частицы.

598. Определите массу изотопа ${}^{15}_7\text{N}$, если изменение массы Δm при образовании ядра ${}^{15}_7\text{N}$ составляет $0,2058 \cdot 10^{-27}$ кг.

599. Энергия связи $E_{\text{св}}$ ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определите массу m нейтрального атома, обладающего этим ядром.

600. Определите, какую долю кинетической энергии теряет нейтрон при упругом столкновении с покоящимся ядром углерода ${}^{12}_6\text{C}$, если после столкновения частица движется вдоль одной прямой. Массу нейтрального углерода принять равной $19,9272 \cdot 10^{-27}$ кг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М. : Высш. шк., 2006. – 530 с.
2. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – М. : Высш. шк., 2009. – 605 с.
3. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3 т. : учеб. пособие для студентов вузов / И. В. Савельев. – СПб. : Лань, 2007. – 3 т.
4. Чертов, А. Г. Задачник по физике / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – М. : Высш. шк., 2005 – 550 с.