

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА» в г. НОВОРОССИЙСКЕ
(НФ БГТУ им. В. Г. ШУХОВА)

Расчетно-графическое задание. Семестр 2
Физика

Для студентов ЗФО направлений подготовки:
23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы
профиль подготовки:
Подъемно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование
Квалификация (степень) - Бакалавр

Разработали:
к.ф.-м.н., доцент Мкртычев О. В.
д.ф.-м.н., профессор Шеманин В.Г.

Новороссийск -2021

ВВЕДЕНИЕ

Расчетно-графическое задание. (РГЗ) по физике является одной из форм учебной работы. Цель **РГЗ** – привить навыки самостоятельной работы, выявить знания студентов по физике и умение применять эти знания в практической работе по выбранной ими специальности. В этом семестре будут рассмотрены следующие разделы курса физики:

Раздел I Физические основы механики

Раздел II Молекулярная физика и термодинамика.

Раздел III Электродинамика,

Раздел IV Электромагнетизм,

Раздел V Оптика и

Раздел VI Атомная физика и физика атомного ядра

В процессе выполнения **РГЗ** студент должен самостоятельно работать с учебной и научной литературой, уметь обобщать полученные знания, делать обоснованные выводы, формулировать рекомендации для реализации конкретной задачи и продемонстрировать навыки владения методами решения физических задач. В ходе выполнения **РГЗ** студентом должны быть изучены и проанализированы вопросы, связанные с различными аспектами решения задач по физике. Студент должен уметь объяснить выбранный им алгоритм решения задачи.

Организация выполнения **РГЗ** включает в себя ряд этапов. Прежде всего, студент должен внимательно изучить:

- Конспект прослушанных лекций по дисциплине;
- Рекомендуемые учебники и другую литературу;
- Разобрать решенные на практических занятиях задачи.

РГЗ состоит из 16 задач. В конце **РГЗ** необходимо указать список использованной литературы.

Номера задач выбрать по номеру зачетной книжки из Таблицы.

Таблица выбора заданий по физике по темам: Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Электростатика, Электродинамика, Оптика, Атомная физика и физика атомного ядра для студентов 1 курса заочной формы обучения

варианты	Номера задач по темам: "Механика", "Молекулярная физика и термодинамика"							
1	101	121	141	161	201	221	241	261
2	102	122	142	162	202	222	242	262
3	103	123	143	163	203	223	243	263
4	104	124	144	164	204	224	244	264
5	105	125	145	165	205	225	245	265
6	106	126	146	166	206	226	246	266
7	107	127	147	167	207	227	247	267
8	108	128	148	168	208	228	248	268
9	109	129	149	169	209	229	249	269
10	110	130	150	170	210	230	250	270

Продолжение Таблицы

Варианты	Номера задач по темам: «Электродинамика», «Электромагнетизм», «Оптика» и «Атомная физика и физика атомного ядра»							
1	301	351	401	451	511	541	601	661
2	302	352	402	452	512	542	602	662
3	303	353	403	453	513	543	603	663
4	304	354	404	454	514	544	604	664
5	305	355	405	455	515	545	605	665
6	306	356	406	456	516	546	606	666
7	307	357	407	457	517	547	607	667
8	308	358	408	458	518	548	608	668
9	309	359	409	459	519	549	609	669
10	310	360	410	460	520	550	610	670

Раздел I МЕХАНИКА

Задачи

101. Точка обращается по окружности радиусом $R=1.2$ м. Уравнение движения точки: $\varphi = At + Bt^2$, где $A = 0.5$ рад/с, $B = 0.2$ рад/с³. Определить тангенциальное a_τ , нормальное a_n и полное a ускорения точки в момент времени $t = 4$ с.
102. Определить скорость v и полное ускорение a точки в момент времени $t = 2$ с, если она движется по окружности радиусом $R = 1$ м согласно уравнению $s = At + Bt^3$, где $A = 8$ м/с, $B = -1$ м/с³, s – криволинейная координата, отсчитанная от некоторой точки, принятой за начальную, вдоль окружности.
103. По прямой линии движутся две материальные точки согласно уравнениям: $x_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $A_1 = 10$ м, $A_2 = 2$ м, $B_1 = B_2 = 2$ м/с, $C_1 = -4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковы? Найти ускорения a_1 и a_2 этих точек в момент времени $t = 3$ с.
104. Определить полное ускорение a в момент времени $t = 3$ с точки, находящейся на ободе колеса радиусом $R = 0.5$ м, вращающегося согласно уравнению $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2$ рад/с; $B = 0.2$ рад/с³.
105. Точка движется по окружности радиусом $R = 8$ м. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки $a_n = 4$ м/с², вектор полного ускорения a составляет в этот момент с вектором нормального ускорения a_n угол $\alpha = 60^\circ$. Найти скорость v и тангенциальное ускорение a_τ точки в этот момент времени.
106. Точка движется по прямой согласно уравнению: $x = At + Bt^3$, где $A=6$ м/с, $B=-0,125$ м/с³. Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ точки в интервале времени от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 6$ с.
107. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид: $x = At + Bt^3$, где $A = 3$ м/с, $B = 0.06$ м/с³. Найти скорость v и ускорение a точки в моменты времени $t_1 = 0$ и $t_2 = 3$ с. Каковы средние значения скорости $\langle v_x \rangle$ и ускорения $\langle a_x \rangle$ за первые 3 с движения?
108. Диск радиусом $R = 0.2$ м вращается согласно уравнению: $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 3$ рад, $B = -1$ рад/с, $C = 0.1$ рад/с³. Определить тангенциальное ускорение a_τ , нормальное a_n и полное a ускорение точек на окружности диска для момента времени $t = 10$ с.
109. Камень брошен горизонтально со скоростью $v = 15$ м/с. Найти нормальное a_n и тангенциальное a_τ ускорения камня через время $t = 1$ с после начала движения.
110. Камень брошен горизонтально со скоростью $v = 10$ м/с. Найти радиус кривизны R траектории камня через время $t = 3$ с после начала движения.
111. На тележке свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью 3 м/с, находится человек. Человек прыгает в сторону противоположную направлению движения тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной 4 м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки 210 кг. Масса человека 70 кг.
112. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом 30° к линии горизонта. Определить скорость отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью 400 м/с. Масса платформы с орудием и снарядами равна 18 тонн, масса снаряда 60 кг.

113. Определить импульс, полученный стенкой при ударе об нее шарика массой 300 г, если шарик движется со скоростью 8 м/с под углом 60° к плоскости стенки. Удар о стенку считать упругим.
114. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его 60 кг, масса доски 20 кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски) 1 м/с. Массой колес пренебречь, трение не учитывать.
115. Снаряд, летевший со скоростью 400 м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью 150 м/с. Определить скорость большего осколка.
116. Человек массой 70 кг, бегущий со скоростью 9 км/ч, догоняет тележку массой 190 кг, движущуюся со скоростью 3.6 км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка человеком? С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?
117. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой 2.5 кг, под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с. Какова будет начальная скорость конькобежца, если масса его 60 кг. Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.
118. Два тела одинаковой массы движутся из одной точки вниз по наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Первое пущено на 2 с раньше второго без начальной скорости. Второе – с начальной скоростью 12 м/с. Тела ударяются друг о друга. Определить скорость тел сразу после удара, если трения нет, а удар – неупругий.
119. На сколько переместится относительно берега лодка длиной 3.5 м и массой 200 кг, если стоящий на корме человек массой 80 кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.
120. Плот массой 150 кг и длиной 2 м плавает на воде. На плоту находится человек массой 80 кг. С какой наименьшей скоростью и под каким углом к плоскости горизонта должен прыгнуть человек вдоль плота, чтобы попасть на его противоположный край?
121. Шар массой 4 кг движется со скоростью 5 м/с и сталкивается с шаром массой 6 кг, который движется ему навстречу со скоростью 2 м/с. Определить скорости шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
122. Тело массой $m_1 = 3$ кг движется со скоростью $v_1 = 4$ м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найти количество энергии, затраченной на деформацию тел.
123. Шар массой 5 кг движется со скоростью 1 м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой 2 кг. Определить скорости шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым и центральным.
124. На покоящийся шар массой 5 кг налетает со скоростью 5 м/с шар массой 3 кг. Направление движения второго шара изменилось на угол 45° . Определить скорости шаров после удара, считая шары абсолютно упругими.

125. В подвешенный на нити длиной 1.8 м деревянный шар массой 8 кг попадает горизонтально летящая пуля массой 4 г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол 3° ? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.
126. Определить КПД неупругого удара бойка массой 0.5 т, падающего на сваю массой 120 кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.
127. Пуля, летящая горизонтально, попадает в шар, подвешенный на невесомом жестком стержне, и застревает в нем. Масса пули 5 г, масса шара 0,5 кг. Скорость пули 500 м/с. При каком предельном расстоянии от центра шара до точки подвеса стержня шар от удара пули поднимется до верхней точки окружности?
- 128 В шар массой 8 кг, подвешенный на нити длиной 1.8 м, попадает горизонтально летящая пуля массой 4 г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром отклонилась от вертикали на угол 3° ? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным, абсолютно упругим.
129. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса первого шара больше массы второго.
130. Стальной шарик, падая с высоты $h_1 = 1.5$ м на стальную плиту, отскакивает от нее со скоростью $v_2 = 0.75v_1$, где v_1 – скорость, с которой шарик подлетает к плите. На какую высоту h_2 он поднимется? Какое время пройдет с момента падения шарика с высоты h_1 до второго удара о плиту?
131. Определить жесткость системы двух пружин при последовательном их соединении. Жесткость пружин 3 кН/м и 4 кН/м.
132. Две пружины жесткостью 0.3 кН/м и 0.8 кН/м соединены последовательно и растянуты так, что абсолютная деформация x_2 второй пружины равна 3 см. Вычислить работу растяжения пружин.
133. Определить работу растяжения двух соединенных последовательно пружин с жесткостями 400 Н/м и 250 Н/м, если первая пружина растянута на 2 см.
134. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой 10 г со скоростью 300 м/с. Затвор пистолета массой 200 г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой 25 кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.
135. Пружина жесткостью 500 Н/м сжата силой 100 Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на 2 см.
136. Две пружины жесткостью 0.5 кН/м и 1 кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию данной системы при абсолютной деформации 4 см.
137. Какую нужно совершить работу A , чтобы пружину жесткостью 800 Н/м, сжатую на 6 см, дополнительно сжать еще на 8 см?
138. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сжимается на 3 мм. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты 8 см?
139. Из пружинного пистолета с жесткостью пружины 150 Н/м был произведен выстрел пулей массой 8 г. Определить скорость пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на 4 см.
140. Налетев на пружинный буфер, вагон массой 16 тонн, двигавшийся со скоростью 0.6 м/с, остановился, сжав пружины на 8 см. Найти общую жесткость пружин буфера.

141. Определить скорость поступательного движения сплошного цилиндра, скатившегося с наклонной плоскости высотой 20 см.
142. Тонкостенный цилиндр, масса которого 12 кг, а диаметр основания $D = 30$ см, вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$ относительно оси, совпадающей с его осью симметрии, где $A = 4$ рад; $B = -2$ рад/с; $C = 0.2$ рад/с³. Определить действующий на цилиндр момент сил M в момент времени 3 с.
143. На обод маховика диаметром 60 см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Определить момент инерции маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время 3 с приобрел угловую скорость 9 рад/с.
144. Нить с привязанными к ее концам грузами массой 50 г и 60 г перекинута через блок диаметром 4 см. Определить момент инерции блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение 1.5 рад/с².
145. Стрежень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению: $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2$ рад/с, $B = 0.2$ рад/с². Определить вращающий момент M , действующий на стержень в момент времени 2 с, если момент инерции стержня 0.048 кг·м².
146. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром 75 см и массой 40 кг приложена сила 1 кН. Определить угловое ускорение и частоту вращения маховика через время 10 с после начала действия силы, если радиус шкива 12 см. Силой трения пренебречь.
147. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой 12 с⁻¹, чтобы он остановился в течении времени 8 с. Диаметр блока 30 см. Массу блока 6 кг считать равномерно распределенной по ободу.
148. Через блок в виде диска, имеющего массу 80 г, перекинута гибкая нить, к концам которой подвешены грузы массой 100 г и 200 г. С каким ускорением будут двигаться грузы, если их предоставить самим себе? Трением пренебречь.
149. Вал в виде сплошного цилиндра массой 10 кг насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массой 2 кг. С каким ускорением будет опускаться гиря, если ее предоставить самой себе?
150. Блок, имеющий форму диска массой 0.4 кг, вращается под действием силы натяжения нити, концам которой подвешены грузы массой 0.3 кг и 0.7 кг. Определить силы натяжения нити по обе стороны блока.
151. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой 8 мин⁻¹, стоит человек массой 70 кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой 10 мин⁻¹. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
152. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром 0.8 метра и массой 6 кг стоит человек массой 60 кг. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой 0.5 кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии 0.4 метра от оси скамьи. Скорость мяча 5 м/с.

153. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках стержень вертикально вдоль оси вращения скамьи. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамья неподвижна, колесо вращается с частотой 15 с^{-1} . С какой угловой скоростью будет вращаться скамья, если человек повернет стержень на угол 180° и колесо окажется на нижнем конце стержня? Суммарный момент инерции человека и скамьи равен $8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, радиус колеса 25 см. Массу колеса 2.5 кг можно считать равномерно распределенной по ободу. Считать, что центр тяжести человека с колесом находится на оси платформы.
154. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках стержень вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью 4 рад/с . С какой угловой скоростью будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи $5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Длина стержня 1.8 м, его масса 6 кг. Считать, что центр тяжести стержня с человеком находится на оси платформы.
155. Платформа в виде диска диаметром 3 м и массой 180 кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой 70 кг со скоростью 1.8 м/с относительно платформы?
156. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы 280 кг, масса человека 80 кг. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
157. Шарик массой 60 г, привязанный к концу нити длиной 1.2 м, вращается с частотой 2 с^{-1} , опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния 0.6 м. С какой частотой будет при этом вращаться шарик? Какую работу совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.
158. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой 5 кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи 70 см. Скамья вращается с частотой 1 с^{-1} . Как изменится частота вращения скамьи и какую работу произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до 20 см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси вращения равен $2.5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.
159. Платформа в виде диска радиусом 1.5 м и массой 180 кг вращается по инерции вокруг вертикальной оси с частотой 10 мин^{-1} . В центре платформы стоит человек массой 60 кг. Какую линейную скорость относительно пола помещения будет иметь человек, если он перейдет на край платформы?
160. Круглая платформа радиусом 1 м, момент инерции которой $130 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, вращается по инерции вокруг вертикальной оси, делая 1 оборот в секунду. На краю платформы стоит человек массой 70 кг. Сколько оборотов в секунду будет совершать платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
161. Какая работа будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой 2 кг: 1) с высоты 1000 км; 2) из бесконечности?

162. 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.
163. Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте 520 км. Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения и радиус Земли считать известными.
164. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте 1000 км. Ускорение свободного падения и радиус Земли считать известными.
165. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом 90 минут. Определить высоту спутника. Ускорение свободного падения и радиус Земли считать известными.
166. Какова масса Земли, если известно, что Луна в течении года совершает 13 обращений вокруг Земли и расстояние от Земли до Луны равно $3.84 \cdot 10^8$ м?
167. Во сколько раз средняя плотность земного вещества отличается от средней плотности лунного. Принять, что радиус Земли в 3.9 раза больше радиуса Луны и вес тела на Луне в 6 раз меньше веса тела на Земле.
168. На каком расстоянии от центра Земли должно находиться тело, чтобы силы его притяжения к Земле и Луне взаимно уравновешивались? Считать, что масса Земли больше массы Луны в 81 раз, а расстояние между их центрами равно 60 радиусам Земли.
169. Определить вторую космическую скорость ракеты, запущенной с поверхности Земли? (масса Земли $5.98 \cdot 10^{24}$ кг, радиус Земли $6.37 \cdot 10^6$ м).
170. Из бесконечности на поверхность Земли падает метеорит массой 30 кг. Определить работу, которая при этом будет совершена силами гравитационного поля Земли. Ускорение свободного падения у поверхности Земли и ее радиус считать известными.
171. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение равно 4 см, а скорость – 10 м/с. Определить амплитуду и начальную фазу колебаний, если их период 2 с.
172. Определить период колебаний математического маятника, если модуль его максимального смещения 18 см и модуль максимальной скорости 16 см/с.
173. Определить период простых гармонических колебаний диска радиусом 40 см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.
174. Точка совершает одновременно два колебания по взаимно- перпендикулярным направлениям, описываемых уравнениями: $x = A_1 \cdot \sin \omega_1 t$ и $y = A_2 \cdot \sin \omega_2 t$, где $A_1 = 2$ см, $A_2 = 2$ см, $\omega_1 = 1$ с⁻¹, $\omega_2 = 2$ с⁻¹. Найти уравнение траектории, построить ее с соблюдением масштаба и указать направление движения.
175. На стержне длиной 30 см укреплены два одинаковых грузика: один – в середине стержня, другой – на одном из его концов. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину и период гармонических колебаний. Массой стержня пренебречь.
176. Найти максимальную кинетическую энергию точки массой 2 г, совершающей гармонические колебания с амплитудой 4 см и частотой 5 Гц.

177. Определить максимальное ускорение материальной точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой 15 см, если наибольшая скорость точки 30 см/с. Написать также уравнение колебаний.
178. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1.5.
179. Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной 120 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на некоторое расстояние l от центра масс стержня. При каком значении l период колебаний T имеет наименьшее значение?
180. Шарик массой 60 г колеблется с периодом 2 с. В начальный момент времени смещение шарика 4 см и он обладает энергией 0.02 Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.

Раздел II

Молекулярная физика. Термодинамика

Задачи

201. Определить количество вещества ν и число N молекул кислорода массой $m = 0.5$ кг.
202. Сколько атомов содержится в ртути, если задано:
 - 1) количество вещества $\nu = 0.2$ моль;
 - 2) масса $m = 1$ г ?
203. Вода при температуре $t = 4^\circ\text{C}$ занимает объем $V = 1$ см³. Определить количество вещества ν и число N молекул воды.
204. Найти молярную массу M и массу m одной молекулы поваренной соли.
205. Определить массу m одной молекулы углекислого газа.
206. Определить концентрацию n молекул кислорода, находящегося в сосуде объемом $V = 2$ л. Количество вещества ν кислорода равно 0.2 моль.
207. Определить количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд объемом $V = 3$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n = 2 \cdot 10^{18}$ м⁻³.
208. В баллоне объемом $V = 3$ л содержится кислород массой $m = 10$ г. Определить концентрацию n молекул газа.
209. В баллоне объемом $V = 3$ л находится азот массой 4 г. Определить количество вещества ν и концентрацию n его молекул.
210. Определить количество вещества ν и число молекул газа N , содержащихся в колбе объемом $V = 240$ см³ при температуре $T = 290$ К и давлении $P = 50$ кПа.
211. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $P_1 = 2$ МПа и температура $T_1 = 800$ К, в другом $P_2 = 2.5$ МПа, $T_2 = 200$ К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры $T = 200$ К. Определить установившееся в сосудах давление P .
212. Вычислить плотность ρ азота, находящегося в баллоне под давлением $P = 2$ МПа и имеющего температуру $T = 400$ К.
213. В баллоне находится газ при температуре $T_1 = 400$ К. До какой температуры T_2 надо нагреть газ, чтобы его давление увеличить в 1.5 раза?

214. Давление воздуха внутри плотно закупоренной бутылки при температуре $t_1 = 7^\circ\text{C}$ было $P_1 = 100$ кПа. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры t_2 нагрели бутылку, если известно, что пробка вылетела при давлении воздуха в бутылке $P = 130$ кПа ?
215. В сосуде объемом $V = 40$ л находится кислород при температуре $T = 300$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta P = 100$ кПа. Определить массу m израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.
216. Один баллон объемом $V_1 = 10$ л содержит кислород под давлением $P_1 = 1.5$ МПа, другой баллон объемом $V_2 = 22$ л содержит азот под давлением $P_2 = 0.6$ МПа. Когда баллоны соединили между собой, оба газа смешались, образовав однородную смесь (без изменения температуры). Найти парциальные давления P_1 и P_2 обоих газов в смеси и полное давление смеси.
217. Смесь водорода и азота общей массой $m = 290$ г при температуре $T = 600$ К и давлении $P = 2.46$ МПа занимает объем $V = 30$ л. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 азота.
218. В баллоне объемом $V = 22.4$ л находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до $P = 0.25$ МПа, а температура не изменилась. Определить массу гелия, введенного в баллон.
219. Баллон объемом $V = 20$ л заполнен азотом при температуре $T = 400$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta P = 200$ кПа. Определить массу m израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.
220. В баллоне объемом 15 л находится аргон под давлением $P_1 = 600$ кПа и температуре 300K . Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до $P_2 = 400$ кПа, а температура установилась $T_2 = 260$ К. Определить массу m аргона, взятого из баллона.
221. Найти среднюю кинетическую энергию $\langle E_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре $T = 350$ К, а также кинетическую энергии $W_{\text{вр}}$ вращательного движения всех молекул кислорода массой $m = 4$ г.
222. Найти полную кинетическую энергию W , а также энергию $\langle E_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы аммиака NH_3 при температуре $t = 27^\circ\text{C}$.
223. Определить суммарную кинетическую энергию $W_{\text{п}}$ поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде объемом $V = 3$ л под давлением $P = 540$ кПа.
224. Количество вещества гелия $\nu = 1,5$ моль, температура $T = 120$ К. Определить суммарную кинетическую энергию $W_{\text{п}}$ поступательного движения всех молекул этого газа.
225. Молярная внутренняя энергия $U_{\text{м}}$ некоторого двухатомного газа 6.02 кДж. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle E_{\text{вр}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.
226. Определить среднюю кинетическую энергию $\langle E_i \rangle$ одной молекулы водяного пара при температуре $T = 500$ К.
227. Определить среднюю квадратичную скорость $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, находящегося в сосуде объемом $V = 2$ л под давлением $P = 200$ кПа. Масса газа $m = 0.3$ г.

228. Углекислый газ, находящийся при температуре $t = 27^{\circ}\text{C}$ изобарически расширили в 3 раза. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы в конечном состоянии.
229. Количество вещества ν кислорода равно 0.5 моль. Определить внутреннюю энергию U водорода, а также среднюю кинетическую энергию $\langle E_i \rangle$ молекулы этого газа при температуре $T = 300\text{ K}$.
230. Определить среднее значение $\langle E_i \rangle$ полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода, водяного пара при температуре $T = 400\text{ K}$.
231. В сосуде объемом $V = 6\text{ л}$ находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость этого газа при постоянном объеме.
232. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости $c_v = 10.4\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ и $c_p = 10.4\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$.
233. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса $M = 4 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$ и отношение теплоемкостей $C_p/C_v = 1.67$.
234. Трехатомный газ под давлением $P = 240\text{ кПа}$ и температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$ занимает объем $V = 10\text{ л}$. Определить теплоемкость этого газа при постоянном давлении.
235. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем $V = 5\text{ л}$. Вычислить теплоемкость этого газа при нормальных условиях.
236. Определить молярные теплоемкости C_v и C_p смеси двух газов – одноатомного и двухатомного. Количество вещества ν_1 одноатомного и ν_2 – двухатомного газов соответственно равны 0.4 моль и 0.2 моль.
237. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p водорода, в котором половина молекул распалась на атомы.
238. В сосуде находится смесь двух газов – кислорода массой $m_1 = 6\text{ г}$ и азота массой $m_2 = 3\text{ г}$. Определить удельные теплоемкости c_v и c_p такой газовой смеси.
239. Смесь двух газов состоит из гелия массой $m_1 = 5\text{ г}$ и водорода массой $m_2 = 2\text{ г}$. Найти отношение теплоемкостей C_p/C_v этой смеси.
240. Найти молярные теплоемкости C_v и C_p смеси кислорода массой $m_1 = 2.5$ и азота массой $m_2 = 1\text{ г}$.
241. Найти изменение ΔS энтропии при нагревании воды массой $m = 100\text{ г}$ от температуры $t_1 = 0^{\circ}\text{C}$ до температуры $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$ и последующем превращении воды в пар той же температуры. Удельная теплоемкость воды $c = 4.19\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$ и удельная теплота парообразования воды $r = 2.26\text{ МДж/кг}$.
242. Найти изменение ΔS энтропии при изотермическом расширении кислорода массой $m = 10\text{ г}$ от объема $V_1 = 25\text{ л}$ до объема $V_2 = 100\text{ л}$.
243. Кислород, масса которого 0.2 кг, нагревают от температуры $T_1 = 300\text{ K}$ до $T_2 = 400\text{ K}$. Найти изменение энтропии ΔS , если известно, что начальное и конечное давление газа одинаково.
244. Два баллона емкостью $V_1 = 2\text{ л}$ и $V_2 = 3\text{ л}$ соединены трубкой с краном и оба заполнены азотом. Давление в сосудах $P_1 = 10^5\text{ Па}$ и $P_2 = 5 \cdot 10^5\text{ Па}$. Найти изменение энтропии ΔS системы в результате перемешивания газов при открытом кране. Вся система изолирована в тепловом отношении (температура начальная в баллонах одинакова и равна 300 K).
245. Определить изменение энтропии ΔS при плавлении 1 кг льда ($t = 0^{\circ}\text{C}$). Удельная теплота плавления льда $3.35 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$.
246. Кусок свинца массой 100 г, взятый при 27°C , был нагрет до температуры плавления 327°C и полностью расплавлен. После этого подвод теплоты прекратился. Определить изменение энтропии ΔS свинца.

247. Найти изменение энтропии ΔS при изотермическом охлаждении 10 г кислорода, если его давление при этом уменьшается в 4 раза.
248. Определить изменение энтропии 10 г водорода при переходе его из состояния, характеризующегося объемом 5 л и температурой 273 К, к состоянию с объемом 20 л и температурой 820 К.
249. Найти изменение энтропии ΔS 30 г льда при превращении его в пар, если начальная температура льда -40°C , а температура пара 100°C . Теплоемкости воды и льда считать постоянными, а все процессы – происходящими при постоянном давлении. Удельная теплоемкость льда $c = 2.1 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$.
250. Масса $m = 10.5 \text{ г}$ азота изотермически расширяется от объема $V_1 = 2 \text{ л}$ до объема $V_2 = 5 \text{ л}$. Найти изменение ΔS энтропии при этом процессе.
251. Кислород массой $m = 200 \text{ г}$ занимает объем $V_1 = 100 \text{ л}$ и находится под давлением $P_1 = 200 \text{ кПа}$. При нагревании газ расширяется при постоянном давлении до объема $V_2 = 300 \text{ л}$, а затем его давление возросло, до $P_3 = 500 \text{ кПа}$ при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную им работу A и теплоту Q , переданную газу. Построить график процесса.
252. Объем водорода при изотермическом расширении ($T = 300 \text{ К}$) увеличили в $n = 3$ раза. Определить работу A , совершенную газом и теплоту Q , полученную при этом. Масса m водорода равна 200 г.
253. Водород массой $m = 40 \text{ г}$, имевший температуру $T = 300 \text{ К}$, адиабатически расширяется, увеличив объем в $n_1 = 3$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшится в $n_2 = 2$ раза. Определить полную работу A , совершенную газом и конечную температуру газа.
254. Азот массой $m_1 = 0.1 \text{ кг}$ был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 200 \text{ К}$ до температуры $T_2 = 400 \text{ К}$. Определить работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменение внутренней энергии азота ΔU .
255. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества $\nu = 0.4 \text{ моль}$ при изотермическом расширении, если при этом газ получит теплоту $Q = 800 \text{ Дж}$? Температура водорода $T = 300 \text{ К}$.
256. Какую работу надо совершить при выдувании мыльного пузыря, чтобы увеличить его объем от $V_1 = 8 \text{ см}^3$ до $V_2 = 16 \text{ см}^3$? Считать процесс изотермическим. Атмосферное давление взять 10^5 Па .
257. Определить количество теплоты Q , которую надо сообщить кислороду объемом $V = 50 \text{ л}$ при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысить на $\Delta P = 0.5 \text{ МПа}$.
258. Определить работу A , которую совершает азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты $Q = 21 \text{ кДж}$. Найти также изменение внутренней энергии газа ΔU .
259. Один грамм кислорода (O_2 , газ идеальный) нагревается от $T_1 = 283 \text{ К}$ до $T_2 = 333 \text{ К}$ различными способами: а) при $P = \text{const}$; б) при $V = \text{const}$; в) при $dQ = 0$. Найти изменение внутренней энергии кислорода при его нагревании от T_1 до T_2 .
260. В закрытом сосуде находится масса $m_1 = 20 \text{ г}$ азота и масса $m_2 = 32 \text{ г}$ кислорода. Найти изменение ΔU внутренней энергии смеси газов при охлаждении на $\Delta T = 28 \text{ К}$.
261. При адиабатическом сжатии давление воздуха было увеличено от $P_1 = 50 \text{ кПа}$ до $P_2 = 0.5 \text{ МПа}$. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление газа P_3 в конце процесса.

262. 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 газа T .
263. 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.
264. Определить показатель адиабаты идеального газа γ , который при температуре $T = 350$ К и давлении $P = 0.4$ МПа занимает объем $V = 300$ л и имеет теплоемкость $C_v = 857$ Дж/К.
265. 2 л азота (N_2) при давлении $P = 1$ атм. и температуре $T = 300$ К расширяется адиабатически до объема $V_2 = 40$ л. Газ считать идеальным. Определить температуру T_2 после расширения, давление P_2 после расширения и работу расширения газа A .
266. Определить постоянную адиабаты для газовой смеси, содержащей одинаковые (по весу) количества водорода и гелия.
267. Из баллона, содержащего кислород (O_2) под давлением 10 атм. при температуре 18°C , выпустили половину находившегося в нем количества газа. Процесс считать адиабатическим. Определить конечную температуру и давление.
268. Объем некоторого идеального газа при его адиабатическом сжатии уменьшился в 10 раз, а давление увеличили в 21.4 раза. Определить отношение удельных теплоемкостей газа.
269. В цилиндре под поршнем находится водород массой $m = 0.2$ кг при температуре $T_1 = 300$ К. Водород начал расширяться адиабатически, увеличив свой объем в 5 раз, а затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в пять раз. Найти температуру T_2 в конце адиабатического расширения и работу A , совершенную газом.
270. Двухатомный газ занимает $V_1 = 0.5$ л при давлении $P_1 = 50$ кПа. Газ сжимается адиабатически до некоторого объема V_2 и давления P_2 . Затем он охлаждается при $V_2 = \text{const}$ до первоначальной температуры, причем его давление становится равным $P_0 = 100$ кПа. Найти объем V_2 и давление P_2 .
271. Определить работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, к.п.д. которого $\eta = 0.4$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 8$ Дж.
272. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту $Q_2 = 14$ кДж. Определить температуру T_1 теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника $T_2 = 280$ К работа цикла $A = 6$ кДж.
273. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 4.38$ кДж и совершил работу $A = 2.4$ кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника $T_2 = 273$ К.
274. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру T_2 теплоприемника, если температура теплоотдатчика $T_1 = 430$ К.
275. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от $T_1' = 380$ К до $T_1'' = 560$ К? Температура теплоприемника $T_2 = 280$ К.

276. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика $T_1 = 500$ К, а температура теплоприемника $T_2 = 250$ К. Определить термический к.п.д. η цикла, а также работу A_1 рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершается работа $A_2 = 70$ Дж.
277. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту $Q_1 = 84$ кДж. Определить работу A газа, если температура T_1 теплоотдатчика в три раза выше температуры T_2 теплоприемника.
278. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту $Q_1 = 500$ Дж и совершил работу $A = 100$ Дж. Температура теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Определить температуру T_2 теплоприемника.
279. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника $T_2 = 290$ К и теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Во сколько раз увеличивается коэффициент полезного действия η цикла, если температура теплоотдатчика возрастает до $T_1' = 600$ К?
280. В четырехтактном двигателе дизеля засосанный атмосферный воздух в объеме 10 л подвергается 12-кратному сжатию. Начальное давление атмосферное, начальная температура 10°C . Процесс сжатия адиабатический, газ идеальный. Определить конечную температуру, конечное давление и работу сжатия.

Раздел III ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Задачи

301. Точечные заряды $Q_1 = 20$ мкКл, $Q_2 = -10$ мкКл находятся на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $r_1 = 3$ см от первого и на $r_2 = 4$ см от второго заряда. Определить также силу F , действующую в этой точке на точечный заряд $Q = 1$ мкКл.
302. Три одинаковых точечных заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2$ нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами $a = 10$ см. Определить модуль и направление силы F , действующей на один из зарядов со стороны двух других.
303. Два положительных точечных заряда Q и $9Q$ закреплены на расстоянии $d = 100$ 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.
304. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарика погружают в масло. Какова плотность ρ масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho_0 = 1.5 \cdot 10^3$ кг/м³, диэлектрическая проницаемость масла $\epsilon = 2.2$.
305. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

306. Точечные заряды $Q_1 = 30$ мкКл и $Q_2 = -20$ мкКл находятся на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность электрического поля E в точке, удаленной от первого заряда на расстояние $r_1 = 30$ см, а от второго – на $r_2 = 15$ см.
307. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 10$ см находятся заряды $Q_1 = 10$ мкКл, $Q_2 = 20$ мкКл и $Q_3 = 30$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.
308. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 8 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой отрицательный заряд Q нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?
309. На расстоянии $d = 20$ см находятся два точечных заряда: $Q_1 = -50$ нКл и $Q_2 = 100$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .
310. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = 4$ нКл равно 60 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?
311. Тонкий стержень длиной $l = 20$ см несет равномерно распределенный заряд $\tau = 0.1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца.
312. По тонкому полукольцу радиуса $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
313. Тонкое кольцо несет распределенный заряд $Q = 0.2$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке A , равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 20$ см. Радиус кольца $R = 10$ см.
314. Треть тонкого кольца радиуса $R = 10$ см несет распределенный заряд $Q = 50$ нКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
315. Бесконечный тонкий стержень, ограниченный с одной стороны, несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $\tau = 0.5$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его начала.
316. По тонкому кольцу радиусом $R = 20$ см равномерно распределен с линейной плотностью $\tau = 0.2$ мкКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке A , находящейся на оси кольца на расстоянии $h = 2R$ от его центра.
317. По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд $Q = 20$ мкКл с линейной плотностью $\tau = 0.1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
318. Четверть тонкого кольца радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 0.05$ мкКл. Определить напряженность электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

319. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд $Q = 10$ нКл с линейной плотностью $\tau = 0.01$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние, равное радиусу кольца.
320. Две трети тонкого кольца радиусом $R = 10$ см несут равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 0.2$ мкКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемую распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.
321. На двух concentric сферах радиусом R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис. 12). 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 центра на расстояние r , и указать направление вектора E . Принять $\sigma = 30$ нКл/м², $r = 1.5R$.

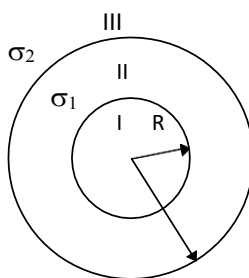


Рис. 12

322. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 0.1$ мкКл/м², $r = 3R$.
323. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = -4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 50$ нКл/м², $r = 1.5R$.
324. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 0.1$ мкКл/м², $r = 3R$.
325. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис. 13). 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 слева от плоскостей, и указать направление вектора E . Принять $\sigma = 30$ нКл/м².

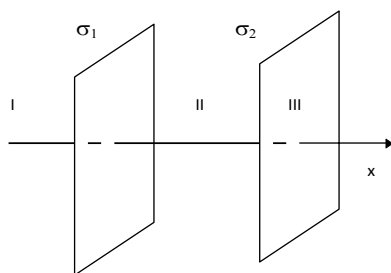


Рис. 13

326. См. условие задачи 325. В п. 1 принять $\sigma_1 = -4\sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 40$ нКл/м² и точку расположить между плоскостями.

327. См. условие задачи 325. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -2\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 20$ нКл/м и точку расположить справа от плоскостей.
328. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис 14). Требуется:
1) используя теорему Остроградского-Гаусса: найти зависимость $E(r)$

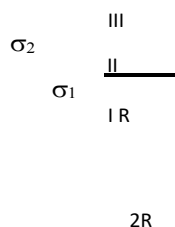


Рис. 14

- 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 E . Принять $\sigma = 50$ нКл/м², $r = 1.5R$.
329. См. условие задачи 328. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 60$ нКл/м², $r = 3R$.
330. См. условие задачи 328. В п. 1 принять $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 4\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 30$ нКл/м², $r = 4R$.
331. Два точечных заряда $Q_1 = 6$ нКл и $Q_2 = 3$ нКл находятся на расстоянии $d = 60$ см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?
332. Электрическое поле создано заряженным проводящим шаром, потенциал ϕ которого 300 В. Определить работу сил поля по перемещению заряда $Q = 0.2$ мкКл из точки 1 в точку 2 (рис. 15а).



Рис. 15

333. Электрическое поле создано зарядами $Q_1 = 2$ мкКл и $Q_2 = -2$ мкКл, находящимися на расстоянии $a = 10$ см друг от друга. Определить работу сил поля совершаемую при перемещении заряда $Q = 0.5$ мкКл из точки 1 в точку 2 (рис. 15б).
334. Две параллельные заряженные плоскости, поверхностные плотности заряда которых $\sigma_1 = 2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0.8$ мкКл/м², находятся на расстоянии $d = 0.6$ см друг от друга. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

335. Электростатическое поле создается шаром радиусом $R = 8$ см, равномерно заряженным с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстоянии $r_1 = 10$ см и $r_2 = 15$ см от центра шара.
336. Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала $\varphi = 10$ В, сливаются в одну. Каков потенциал φ_1 образовавшейся капли?
337. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 10$ см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 800$ нКл/м. Определить потенциал в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии $h = 10$ см от его центра.
338. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью. Протон, двигаясь от нити под действием поля вдоль линии напряженности с расстояния $r_1 = 1$ см до $r_2 = 5$ см, изменил свою скорость от 1 до 10 Мм/с. Определить линейную плотность заряда нити.
339. Электрическое поле образовано бесконечно длинной заряженной нитью, линейная плотность заряда которой $\tau = 20$ нКл/м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, отстоящих от нити на расстоянии $r_1 = 8$ см и $r_2 = 12$ см.
340. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда $\tau = 200$ нКл/м. Определить потенциал поля в точке пересечения диагоналей.
341. Пылинка массой $m = 200$ мкг, несущая на себе заряд $Q = 40$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 200$ В пылинка имела скорость $v = 10$ м/с. Определить скорость пылинки до того, как она влетела в поле.
342. Электрон, обладавший кинетической энергией $T = 10$ эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов $U = 8$ В?
343. Найти отношение скоростей ионов Cu^{++} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.
344. Электрон с энергией $T = 400$ эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 10$ см. Определить минимальное расстояние a , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $Q = -10$ нКл.
345. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скоростью $v = 10^5$ м/с. Расстояние между пластинами $d = 8$ мм. Найти: 1) разность потенциалов U между пластинами; 2) поверхностную плотность заряда σ на пластинах.
346. Пылинка массой $m = 5$ нг, несущая на себе $N = 10$ электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 1$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?
347. Протон находится на расстоянии $3R$ от поверхности заряженного до потенциала $\varphi = 400$ В металлического шара радиусом R . Какой минимальной скоростью $v_{\min}$ должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности этого шара (рис. 16)?

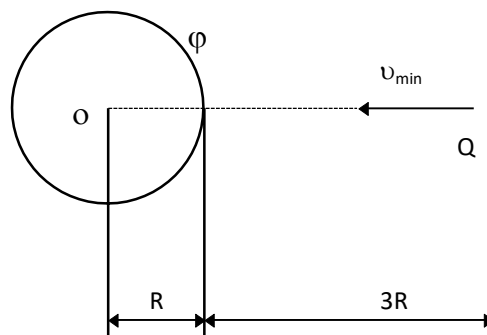


Рис. 16

348. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 200$ В/м влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью $v_0 = 2$ Мм/с. Определить расстояние l , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.
349. Электрическое поле создано бесконечной заряженной прямой линией с равномерно распределенным зарядом ($\tau = 10$ нКл/м). Определить кинетическую энергию T_2 электрона в точке 2, если в точке 1 его кинетическая энергия $T_1 = 200$ эВ (рис. 17).

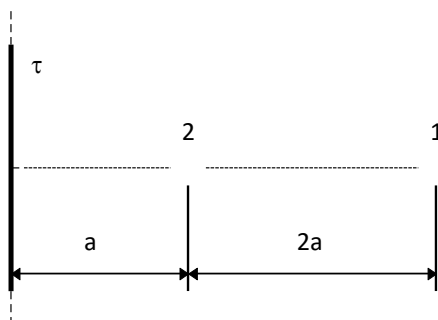


Рис. 17

350. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\phi_1 = 100$ В электрон имел скорость $v_1 = 6$ м/с. Определить потенциал ϕ_2 точки поля, дойдя до которой электрон потеряет половину своей скорости.
351. Конденсаторы емкостью $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 10$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 60$ В и $U_2 = 100$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими одноименные заряды.
352. Конденсатор емкостью $C_1 = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U = 10$ В. Определить заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, незаряженный, конденсатор емкостью $C_2 = 20$ мкФ.
353. Конденсаторы емкостями $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 5$ мкФ и $C_3 = 10$ мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением $U = 850$ В. Определить напряжение и заряд на каждом из конденсаторов.
354. Два конденсатора емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 5$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 100$ В и $U_2 = 150$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими разноименные заряды.
355. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью $C = 100$ пФ каждый соединены в батарею последовательно. Определить насколько изменится емкость батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином ($\epsilon = 4$).

356. Два конденсатора емкостями $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 8$ мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 80$ В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками.
357. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $R = 10$ см каждая. Расстояние между пластинами $d = 2$ мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения $U = 80$ В. Определить заряд Q и напряженность E поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик – воздух; б) диэлектрик – стекло.
358. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см имеют заряды $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл соответственно. Найти энергию W , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.
359. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стекла толщиной $d_1 = 0,2$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 0,3$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 300$ В. Определить напряженность поля и падение потенциала в каждом из слоев.
360. Плоский конденсатор с площадью пластин $S = 200$ см² каждая заряжен до разности потенциалов $U = 2$ кВ. Расстояние между пластинами $d = 2$ см. Диэлектрик – стекло. Определить энергию W поля конденсатора и плотность энергии w поля.
361. Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К клеммам катушки присоединен вольтметр с сопротивлением $r = 4$ кОм. Амперметр показывает силу тока $I = 0,3$ А, вольтметр – напряжение $U = 120$ В. Определить сопротивление R катушки. Определить относительную погрешность ε , которая будет допущена при измерении сопротивления, если пренебречь силой тока, текущего через вольтметр.
362. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 80$ В, внутреннее сопротивление $R_i = 5$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P = 100$ Вт. Определить силу тока I в цепи, напряжение U , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление R .
363. От батареи, ЭДС которой $\mathcal{E} = 600$ В требуется передать энергию на расстояние $l = 1$ км. Потребляемая мощность $P = 5$ кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных подводящих проводов $d = 0,5$ см.
364. При внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А. Определить силу тока короткого замыкания $I_{кз}$ источника ЭДС.
365. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 24$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 10$ А. Определить максимальную мощность $P_{\max}$, которая может выделяться во внешней цепи.
366. Аккумулятор с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В заряжается от сети постоянного тока с напряжением $U = 15$ В. Определить напряжение на клеммах аккумулятора, если его внутреннее сопротивление $R_i = 10$ Ом.
367. От источника с напряжением $U = 800$ В необходимо передать потребителю мощность $P = 10$ кВт на некоторое расстояние. Какое наибольшее сопротивление может иметь линия передачи, чтобы потери энергии в ней не превышали 10% от передаваемой мощности?
368. При включении электромотора в сеть с напряжением $U = 220$ В он потребляет ток $I = 5$ А. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление R обмотки мотора равно 6 Ом.

369. В сеть с напряжением $U = 100$ В подключили катушку с сопротивлением $R_1 = 2$ кОм и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра $U_1 = 80$ В. Когда катушку заменили другой, вольтметр показал $U_2 = 60$ В. Определить сопротивление R_2 второй катушки.
370. ЭДС батареи = 12 В. При силе тока $I = 4$ А КПД батареи $\eta = 0.6$. Определить внутреннее сопротивление R_i батареи.
371. За время $t = 20$ с при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике сопротивлением $R = 5$ Ом выделилось количество теплоты $Q = 4$ кДж. Определите скорость нарастания силы тока в проводнике.
372. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\omega t}$, где $I_0 = 20$ А, $\omega = 100$ с⁻¹. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $t = 10^{-2}$ с, если сопротивление проводника $R = 10$ Ом.
373. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом за время $t = 50$ с равномерно нарастает от $I_1 = 5$ А до $I_2 = 10$ А. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.
374. В проводнике за время $t = 10$ с при равномерном возрастании силы тока от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 2$ А выделилось количество теплоты $Q = 5$ кДж. Найти сопротивление R проводника.
375. 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 $I_0 = 10$ А, циклическая частота $\omega = 50$ с⁻¹.
376. За время $t = 10$ с при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике выделилось количество теплоты $Q = 40$ кДж. Определить среднюю силу тока $\langle I \rangle$ в проводнике, если его сопротивление $R = 25$ Ом.
377. За время $t = 8$ с при равномерно возрастающей силе тока в проводнике, сопротивлением $R = 8$ Ом, выделилось количество теплоты $Q = 500$ Дж. Определить заряд q , проходящий в проводнике, если сила тока в начальный момент времени равна нулю.
378. Определить количество теплоты Q , выделившееся за время $t = 10$ с в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом, если сила тока в нем, равномерно уменьшаясь, изменилась от $I_1 = 10$ А до $I_2 = 0$.
379. Сила тока в цепи изменяется по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом за время, равное четверти периода (от $t_1 = 0$ до $t_2 = T/4$, где $T = 10$ с).
380. Сила тока в цепи изменяется по закону $I = I_0 e^{-\omega t}$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 20$ Ом за время, в течение которого ток уменьшится в e раз. Коэффициент ω принять равным $2 \cdot 10^{-2}$ с⁻¹, а $I_0 = 1$ А.

Раздел IV ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Задачи

401. Бесконечно длинный проводник с током $I = 100$ А изогнут так, как это показано на рис. 25. Определить магнитную индукцию B в точке О. Радиус дуги $R = 10$ см.

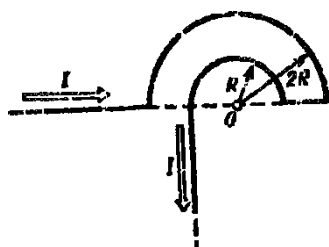


Рис. 25

402. Магнитный момент тонкого проводящего кольца $p_m = 5 \text{ Ам}^2$. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A , находящейся на оси кольца и удаленной от точек кольца на расстояние $r = 20 \text{ см}$ (рис. 26).

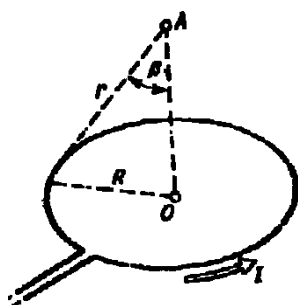


Рис. 26

403. По двум, скрещенным под прямым углом, бесконечно длинным проводам текут токи I и $2I$ ($I = 100 \text{ А}$). Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A (рис. 27). Расстояние $d = 10 \text{ см}$.

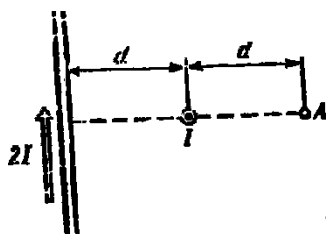


Рис. 27

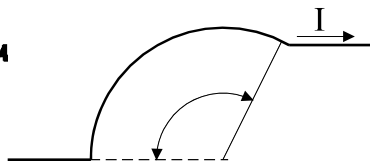


Рис. 28

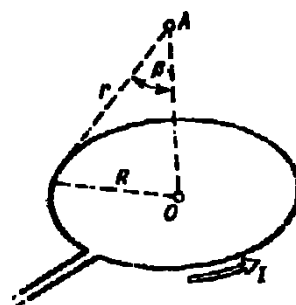


Рис. 29

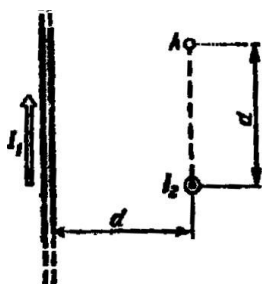


Рис. 30

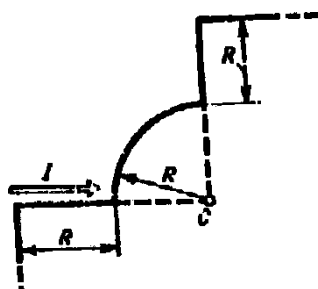


Рис. 31

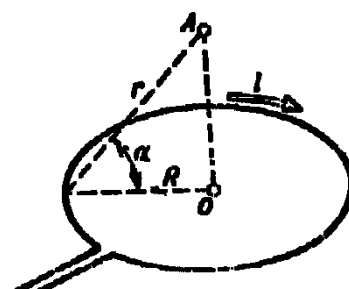


Рис. 32

404. По бесконечно длинному проводнику, изогнутому так, как это показано на рис. 28, течет ток $I = 200 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке O . Радиус дуги $R = 10 \text{ см}$.
405. По тонкому кольцу радиусом $R = 20 \text{ см}$ течет ток $I = 100 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ на оси кольца в точке A (рис. 29). Угол $\beta = \pi/3$.

406. По двум бесконечно длинным проводникам, скрещенным под прямым углом, текут токи I_1 и $I_2 = 2I_1$ ($I_1 = 100$ А). Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A , равноудаленной от проводников на расстояние $d = 10$ см. (рис. 30)
407. По бесконечно длинному проводнику, изогнутому так, как это показано на рис. 31, течет ток $I = 200$ А. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке O . Радиус дуги $R = 10$ см.
408. По тонкому кольцу течет ток $I = 80$ А. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A , равноудаленной от точек кольца на расстояние $r = 10$ см (рис. 32). Угол $\beta = \pi/6$.

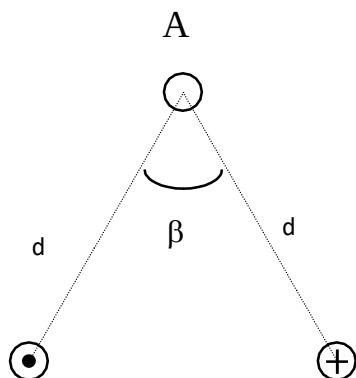


Рис. 33

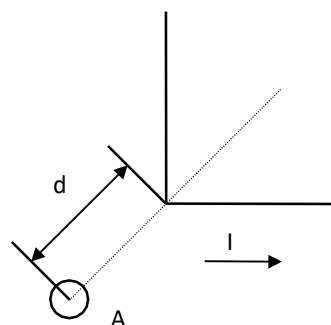


Рис. 34

409. По двум бесконечно длинным, прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи $I = 60$ А. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A (рис. 33), равноудаленной от проводников на расстояние $d = 10$ см. Угол $\beta = \pi/3$.
410. Бесконечно длинный проводник с током $I = 50$ А изогнут так, как это показано на рис. 34. Определить магнитную индукцию $\mathbf{B}$ в точке A , лежащей на биссектрисе прямого угла на расстоянии $d = 10$ см от его вершины.
411. По двум параллельным проводникам длиной $l = 3$ м каждый текут одинаковые токи $I = 500$ А. Расстояние d между проводниками равно 10 см. Определить силу $\mathbf{F}$ взаимодействия проводников.
412. По трем параллельным прямым проводникам, находящимся на одинаковом расстоянии $d = 20$ см друг от друга, текут одинаковые токи $I = 400$ А. В двух проводниках направления токов совпадают. Вычислить для каждого из проводников отношение силы, действующей на него, к его длине.
413. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводником так, что две ее стороны параллельны проводнику. По рамке и проводнику текут одинаковые токи $I = 200$ А. Определить силу $\mathbf{F}$, действующую на рамку, если ближайшая к проводнику сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.
414. Короткая катушка площадью поперечного сечения $S = 250$ см², содержащая $N = 500$ витков проводника, по которому течет ток $I = 5$ А, помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H = 1000$ А/м. Найти: 1) магнитный момент $\mathbf{p}_m$ катушки; 2) вращающий момент $\mathbf{M}$, действующий на катушку, если ось катушки составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями поля.

415. По прямому горизонтальному проводнику пропускают ток $I_1 = 10$ А. Под ним находится на расстоянии $R = 1.5$ см параллельный ему алюминиевый проводник, по которому пропускают ток $I_2 = 1.5$ А. Определить, какова должна быть площадь поперечного сечения алюминиевого проводника, чтобы он удерживался незакрепленным.
416. Шины генератора длиной $l = 4$ м находятся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Найти силу взаимного отталкивания шин при коротком замыкании, если ток $I_{\text{кз}}$ короткого замыкания равен 5 кА.
417. Квадратный контур со стороной $a = 10$ см, по которому течет ток $I = 50$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 10$ мТл). Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha = 180^\circ$.
418. Тонкое проводящее кольцо с током $I = 40$ А помещено в однородное магнитное поле ($B = 80$ мТл). Плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Радиус R кольца равен 20 см. Найти силу F , растягивающую кольцо.
419. Квадратная рамка из тонкого медного провода может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из сторон. Масса m рамки равна 20 г. Рамку поместили в однородное магнитное поле ($B = 0.1$ Тл), направленное вертикально вверх. Определить угол α , на который отклонилась рамка от вертикали, когда по ней пропустили ток $I = 10$ А.
420. По круговому витку радиусом $R = 5$ см течет ток $I = 20$ А. Виток расположен в однородном магнитном поле ($B = 40$ мТл) так, что нормаль к плоскости контура составляет угол $\alpha = \pi/6$ с вектором $\mathbf{B}$. Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при его повороте на угол $\beta = \pi/2$ в направлении увеличения угла α .
421. По тонкому кольцу радиусом $R = 10$ см равномерно, распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 50$ нКл/м. Кольцо вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр, с частотой $n = 10$ с⁻¹. Определить магнитный момент $\mathbf{p}_m$, обусловленный вращением кольца.
422. Диск радиусом $R = 8$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 100$ нКл/м²). Определить магнитный момент $\mathbf{p}_m$, обусловленный вращением диска относительно оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Угловая скорость вращения $\omega = 60$ рад/с.
423. Стержень длиной $l = 20$ см заряжен равномерно распределенным зарядом с линейной плотностью $\tau = 0.2$ мкКл/м. Стержень вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Определить магнитный момент $\mathbf{p}_m$, обусловленный вращением стержня.
424. Протон движется по окружности радиусом $R = 0.5$ см с линейной скоростью $v = 10^6$ м/с. Определить магнитный момент $\mathbf{p}_m$, создаваемый эквивалентным круговым током.
425. Тонкое кольцо радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 80$ нКл. Кольцо вращается с угловой скоростью $\omega = 50$ рад/с относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Найти магнитный момент $\mathbf{p}_m$, обусловленный вращением кольца.

426. Заряд $Q = 0.1$ мкКл равномерно распределен по стержню длиной $l = 50$ см. Стержень вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Найти магнитный момент p_m обусловленный вращением стержня.
427. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра (протона) по окружности радиусом $R = 53$ пм. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.
428. Сплошной цилиндр радиусом $R = 4$ см и высотой $h = 15$ см несет равномерно распределенный по объему заряд ($\rho = 0.1$ мкКл/м³). Цилиндр вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ относительно оси, совпадающей с его геометрической осью. Найти магнитный момент p_m цилиндра, обусловленный его вращением.
429. По поверхности диска радиусом $R = 15$ см равномерно распределен заряд $Q = 0.2$ мкКл. Диск вращается с угловой скоростью $\omega = 30$ рад/с относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением диска.
430. Тонкое кольцо массой $m = 10$ г и радиусом $R = 8$ см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Кольцо равномерно вращается с частотой $n = 15$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Определить: 1) магнитный момент кругового тока, создаваемого кольцом; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса кольца.
431. Два иона разных масс с одинаковыми зарядами влетели в однородное магнитное поле и стали двигаться по окружностям радиусами $R_1 = 3$ см и $R_2 = 1.73$ см. Определить отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.
432. Однозарядный ион натрия прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 1$ кВ и влетел перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородное поле ($B = 0.5$ Тл). Определить атомную массу A иона, если он описал окружность радиусом $R = 4.37$ см.
433. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 800$ В и, влетев в однородное магнитное поле с индукцией $B = 47$ мТл, стал двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6$ см. Определить радиус R винтовой линии.
434. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ В и, попав в однородное магнитное поле, стала двигаться по винтовой линии радиусом $R = 1$ см и шагом $h = 4$ см. Определить магнитную индукцию B поля.
435. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 100$ В и, влетев в однородное магнитное поле ($B = 0.1$ Тл), стала двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6.5$ см и радиусом $R = 1$ см. Определить отношение заряда частицы к ее массе.
436. Электрон влетел в однородное магнитное поле ($B = 200$ мТл) перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить силу эквивалентного кругового тока $I_{\text{экв}}$, создаваемого движением электрона в магнитном поле.
437. Протон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ В и влетел в однородное магнитное поле $B = 20$ мТл 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.

438. Альфа-частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов U , стала двигаться в однородном магнитном поле ($B = 50$ мТл) по винтовой линии с шагом $h = 5$ см и радиусом $R = 1$ см. Определить ускоряющую разность потенциалов, которую прошла альфа-частица.
439. Ион с кинетической энергией $T = 1$ кэВ попал в однородное магнитное поле $B = 21$ мТл и стал двигаться по окружности. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.
440. Ион, попав в магнитное поле $B = 0.01$ Тл, стал двигаться по окружности. Определить кинетическую энергию T (в эВ) иона, если магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока равен $1.6 \cdot 10^{-14}$ Ам².
441. Протон влетел в скрещенные под углом $\alpha = 120^\circ$ магнитное $B = 50$ мТл и электрическое $E = 20$ кВ/м поля. Определить ускорение a протона, если его скорость v ($|v| = 4 \cdot 10^5$ м/с) перпендикулярна векторам E и B . Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.
442. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 645$ В, влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($B = 1.5$ мТл) и электрическое ($E = 200$ В/м) поля. Определить отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.
443. Альфа-частица влетела в скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 5$ мТл) и электрическое ($E = 30$ кВ/м) поля. Определить ускорение a альфа-частицы, если ее скорость v ($|v| = 2 \cdot 10^6$ м/с) перпендикулярна векторам B и E , причём силы, действующие со стороны этих полей, противоположны. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.
444. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 1.2$ кВ, попал в скрещенные над прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Скорость электрона перпендикулярна векторам B и E . Определить напряженность E электрического поля, если магнитная индукция B поля равна 6 мТл.
445. Однородные магнитное ($B = 2.5$ мТл) и электрическое ($E = 10$ кВ/м) поля скрещены под прямым углом. Электрон, скорость которого равна $4 \cdot 10^6$ м/с, влетает в эти поля так, что силы, действующие на него со стороны магнитного и электрического полей, имеют одинаковое направление. Определить ускорение a электрона. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.
446. Однозарядный ион лития массой $m = 7$ а.е.м. прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ 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 2 кВ/м.
447. Альфа-частица, имеющая скорость $v = 2$ Мм/с, влетает под углом $\alpha = 30^\circ$ к сонаправленному магнитному ($B = 1$ мТл) и электрическому ($E = 1$ кВ/м) полям. Определить ускорение a альфа-частицы.

448. Протон прошел некоторую ускоряющую разность потенциалов U и влетел в скрещенные под прямым углом однородные поля: магнитное ($B = 5$ мТл) и электрическое ($E = 20$ кВ/м). Определить разность потенциалов U , если протон в скрещенных полях движется прямолинейно. Ускорение a определяется в момент вхождения заряженной частицы в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.
449. Магнитное ($B = 2$ мТл) и электрическое ($E = 1.6$ кВ/м) поля сонаправлены. Перпендикулярно векторам $\mathbf{B}$ и $\mathbf{E}$ влетает электрон со скоростью $v = 0.8$ Мм/с. Определить ускорение a электрона.
450. В скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($H = 1$ МА/м) и электрическое ($E = 50$ кВ/м) поля влетел ион, скорость которого перпендикулярна векторам $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$. При какой скорости v иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно?
451. Плоский контур площадью $S = 20$ см² находится в однородном магнитном поле ($B = 0.03$ Тл). Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением линий индукции.
452. Магнитный поток Φ сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида $l = 50$ см. Найти магнитный момент p_m соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.
453. В средней части соленоида, содержащего $n = 8$ витков/см, помещен круговой виток диаметром $d = 4$ см. Плоскость витка расположена под углом $\alpha = 60^\circ$ к оси соленоида. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток $I = 1$ А.
454. На длинный картонный каркас диаметром $D = 5$ см уложена однослойная плотная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром $d = 0.2$ мм. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I = 0.5$ А.
455. Квадратный контур со стороной $a = 10$ см, в котором течет ток $I = 6$ А, находится в магнитном поле ($B = 0.8$ Тл), плоскость которого составляет угол $\alpha = 50^\circ$ к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?
456. Плоский контур с током $I = 5$ А свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 0.4$ Тл). Площадь контура $S = 200$ см². Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура на угол $\alpha = 40^\circ$. Определить совершенную при этом работу A .
457. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I = 60$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 20$ мТл). Диаметр витка $d = 10$ см. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\alpha = \pi/3$?
458. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью $S = 100$ см². Поддерживая в контуре постоянную силу тока $I = 50$ А, его переместили в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию B поля, если при перемещении контура была совершена работа $A = 0.4$ Дж.

459. Плоский контур с током $I = 50$ А расположен в однородном магнитном поле ($B = 0.6$ Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha = 30^\circ$. Площадь контура $S = 200$ см².
460. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий соленоид, если его длина $l = 50$ см и магнитный момент $p_m = 0.4$ Ам²
461. В однородном магнитном поле ($B = 0.1$ Тл) равномерно с частотой $\omega = 31.4$ рад/с вращается стержень длиной $l = 50$ см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям индукции, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов U .
462. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0.5$ Тл вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ стержень длиной $l = 20$ см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов U на концах стержня.
463. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд $Q = 50$ мкКл. Определить изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра $R = 10$ Ом.
464. Тонкий медный проводник массой $m = 5$ г согнут в виде квадрата, и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ($B = 0.2$ Тл) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд Q , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.
465. Рамка из проводника сопротивлением $R = 0.04$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0.6$ Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S = 200$ см². Определить заряд Q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции: 1) от 0 до 45°; 2) от 45 до 90°.
466. Проволочный виток диаметром $D = 5$ см и сопротивлением $R = 0.02$ Ом находится в однородном магнитном поле ($B = 0.3$ Тл). Плоскость витка составляет угол $\alpha = 40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд Q протечет по витку при выключении магнитного поля?
467. Рамка, содержащая $N = 200$ витков тонкого проводника, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки $S = 50$ см². Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0.05$ Тл). Определить максимальную ЭДС $\varepsilon_{\max}$, которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой $n = 40$ с⁻¹.
468. Прямой проводящий стержень длиной $l = 40$ см находится в однородном магнитном поле ($B = 0.1$ Тл). Концы стержня замкнуты гибким проводником, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R = 0.5$ Ом. Какая мощность P потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v = 10$ м/с?

469. Проволочный контур площадью $S = 500 \text{ см}^2$ и сопротивлением $R = 0.1 \text{ Ом}$ равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0.5 \text{ Тл}$). Ось вращения лежит в плоскости кольца и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную мощность P_{max} , необходимую для вращения контура с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ рад/с}$.
470. Кольцо из медного проводника массой $m = 10 \text{ г}$ помещено в однородное магнитное поле ($B = 0.5 \text{ Тл}$) так, что плоскость кольца составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с линиями магнитной индукции. Определить заряд Q , который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле.
471. Соленоид сечением $S = 10 \text{ см}^2$ содержит $N = 10^3$ витков. При силе тока $I = 5 \text{ А}$ магнитная индукция B поля внутри соленоида равна 0.05 Тл . Определить индуктивность соленоида.
472. На картонный каркас длиной $l = 0.8 \text{ м}$ и диаметром $D = 4 \text{ см}$ намотан в один слой проводник диаметром $d = 0.25 \text{ мм}$ так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность L получившегося соленоида.
473. Катушка, намотанная на магнитный цилиндрический каркас, имеет $N = 250$ витков и индуктивность $L_1 = 36 \text{ мГн}$. Чтобы увеличить индуктивность катушки до $L_2 = 100 \text{ мГн}$, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки?
474. Индуктивность L соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0.5 мГн . Длина l соленоида равна 0.6 м , диаметр $D = 2 \text{ см}$. Определить отношение n числа витков соленоида к его длине.
475. Соленоид содержит $N = 800$ витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала) $S = 10 \text{ см}^2$. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B = 8 \text{ мТл}$. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если сила тока уменьшается практически до нуля за время $\Delta t = 0.8 \text{ мс}$.
476. По катушке индуктивностью $L = 8 \text{ мкГн}$ течет ток $I = 6 \text{ А}$. Определить среднее значение ЭДС $\langle \varepsilon_s \rangle$ самоиндукции, возникающей в контуре, если сила тока изменится практически до нуля за время $\Delta t = 5 \text{ мс}$.
477. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ и катушку индуктивностью $L = 0.06 \text{ Гн}$, течет ток $I = 20 \text{ А}$. Определить силу тока I в цепи через $\Delta t = 0.2 \text{ мс}$ после ее размыкания.
478. Цепь состоит из катушки индуктивностью $L = 0.1 \text{ Гн}$ и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепи. Время, через которое сила тока уменьшится до 0.001 первоначального значения, равно $t = 0.07 \text{ с}$. Определить сопротивление катушки.
479. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 0.2 \text{ Гн}$. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50% максимального значения?
480. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$. Через время $t = 0.1 \text{ с}$ сила тока I в катушке достигла 0.95 предельного значения. Определить индуктивность L катушки.

Раздел V ОПТИКА

Задачи

501. На мыльную пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет длиной волны $\lambda = 600$ нм. Отраженный от пленки свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину $d_{\min}$ пленки. Показатель преломления мыльной воды $n = 1.30$.
502. На тонкую глицериновую пленку толщиной $d = 1$ мкм нормально к ее поверхности падает белый свет. Определить длины волн λ лучей видимого участка спектра ($0.4 \text{ мкм} < \lambda < 0.8 \text{ мкм}$), которые будут ослаблены в результате интерференции. Наблюдение ведется в отраженном свете.
503. На стеклянную пластину нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления $n_1 = 1.4$. Пластика освещается пучком параллельных лучей длиной волны $\lambda = 540$ нм, падающих на пластинку нормально. Какую минимальную толщину $d_{\min}$ должен иметь слой, чтобы отраженные лучи имели наименьшую яркость? Показатель преломления стекла $n_2 = 1.5$.
504. Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием $f = 2$ м лежит выпуклой стороной на стеклянной пластинке. Радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете $r_5 = 1.5$ мм. Определить длину световой волны λ .
505. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления n жидкости, если радиус r_8 восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете длиной волны $\lambda = 0.7$ мкм равен 2 мм. Радиус кривизны линзы $R = 1$ м.
506. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. Сверху линза освещается монохроматическим светом длиной волны $\lambda = 600$ нм. Найти радиус кривизны R линзы, если радиус восьмого темного кольца Ньютона в отраженном свете $r_8 = 2.4$ мм.
507. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Радиус третьего светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны $\lambda = 600$ нм равен 0.82 мм. Найти показатель преломления жидкости, если радиус кривизны линзы $R = 0.6$ м.
508. Расстояние L от щелей до экрана в опыте Юнга равно 1.5 м. Определить расстояние d между щелями, если на отрезке длиной $l = 1$ см укладывается $N = 8$ темных интерференционных полос. Длина волны $\lambda = 0.6$ мкм.
509. На тонкий стеклянный клин падает нормально пучок лучей с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете $b = 0.4$ мм. Определить угол α между поверхностями клина. Показатель преломления стекла клина $n = 1.5$.
510. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается нормально падающим монохроматическим светом ($\lambda = 590$ нм). Радиус кривизны линзы $R = 5$ см. Определить толщину воздушного зазора h в том месте, где в отраженном свете наблюдается третье светлое кольцо. (Внимание! В задаче есть лишние данные).

511. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в $n = 3.5$ раза больше длины световой волны. Найти общее число M главных максимумов, которые теоретически возможно наблюдать в данном случае.
512. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок лучей белого света. Спектры второго и третьего порядка частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 400$ нм) спектра третьего порядка?
513. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки $d = 2$ мкм. Какого наибольшего порядка главный максимум дает эта решетка в случае красного света ($\lambda_1 = 0.7$ мкм) и в случае фиолетового ($\lambda_2 = 0.45$ мкм)?
514. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим светом (монохроматическим), отклоняет спектр третьего порядка на угол $\varphi = 30^\circ$. На какой угол отклоняет она спектр четвертого порядка?
515. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок лучей белого света. Спектры третьего и четвертого порядков частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница ($\lambda = 780$ нм) спектра третьего порядка?
516. На дифракционную решетку, содержащую $n = 600$ штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проектируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана $L = 12$ м. Границы видимого спектра: $\lambda_{кр} = 780$ нм, $\lambda_{ф} = 400$ нм. (Углы не считать малыми).
517. Какое наименьшее число $N_{\min}$ штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре второго порядка можно было видеть отдельно две желтые линии натрия с длинами волн $\lambda_1 = 589$ нм и $\lambda_2 = 589.6$ нм? Какова длина l такой решетки, если постоянная решетки $d = 5$ мкм?
518. Постоянная дифракционной решетки шириной 2.5 см равна 2 мкм. Какую разность длин волн может разрешить эта решетка в области желтых лучей в спектре 1-го порядка? ($\lambda_{ж} = 6 \cdot 10^{-7}$ м).
519. На непрозрачную пластину с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна ($\lambda = 500$ нм). Угол φ отклонения лучей, соответствующих первому дифракционному максимуму, равен 30° . Определить ширину a щели.
520. Свет с длиной волны $\lambda = 0.6$ мкм нормально падает на щель шириной 15 мкм. Найти угол между двумя первыми минимумами, расположенными по обе стороны от центрального максимума.
521. Луч естественного света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол $\alpha = 40^\circ$. Принимая, что коэффициент поглощения k каждого николя равен 0.15, найти, во сколько раз луч, выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с лучом, падающим на первый николю.
522. Интенсивность света, прошедшего через анализатор и поляризатор, составляет 12% от интенсивности падающего естественного света. Коэффициент поглощения света k для поляризатора и анализатора равен 0.07. Найти угол α между главными плоскостями поляризатора и анализатора. Потери на отражение не учитывать.

523. Пучок естественного света падает на систему из пяти николей, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол $\alpha = 15^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего николя. Определить, какая часть светового потока проходит через данную систему николей. Потери на отражение не учитывать.
524. Два николя расположены так, что угол α между их плоскостями пропускания составляет 60° . Определить во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении: 1) через один николь; 2) через оба николя. Суммарные потери на отражение и поглощение составляют 5% для каждого николя.
525. Угол падения луча на поверхность жидкости $i_1 = 50^\circ$. Отраженный луч максимально поляризован. Определить угол i_2 преломления луча.
526. Луч света, идущий в стеклянном сосуде с водой, отражается от дна сосуда. При каком угле i_1 падения отраженный луч максимально поляризован?
527. Луч света переходит из глицерина в стекло так, что луч, отраженный от границы раздела этих сред оказывается максимально поляризованным. Определить угол ϕ между падающим и преломленным лучом. Показатель преломления стекла $n_1 = 1.5$, глицерина $n_2 = 1.47$.
528. Предельный угол полного отражения света на границе жидкости с воздухом $i_0 = 43^\circ$. Определить угол Брюстера i_B для луча, падающего из воздуха на поверхность этой жидкости.
529. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были наиболее полно поляризованы?
530. Луч света проходит жидкость, налитую в стеклянный сосуд ($n = 1.5$), и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении его на дно сосуда под углом $i_B = 42^\circ 37'$. Найти показатель преломления жидкости. Под каким углом i должен падать на дно сосуда луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение.
531. Абсолютно черное тело имеет температуру $T_1 = 500$ К. Какова будет температура T_2 тела, если в результате нагревания поток излучения увеличился в 5 раз?
532. Температура абсолютно черного тела $T = 2$ кК. Определить длину волны λ_m , на которую приходится максимум энергии излучения, и спектральную плотность энергетической светимости (излучательности) r для этой длины волны.
533. Определить температуру T и энергетическую светимость (излучательность) R_Σ абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения приходится на длину волны $\lambda_m = 600$ нм.
534. Из смотрового окошечка печи излучается поток $\Phi = 4$ кДж/мин. Определить температуру T печи, если площадь окошечка $S = 8$ см².
535. Поток излучения абсолютно черного тела $\Phi = 10$ кВт, максимум энергии излучения приходится на длину волны $\lambda_m = 0.8$ мкм. Определить площадь S излучающей поверхности.
536. Как и во сколько раз изменится поток излучения абсолютно черного тела, если максимум энергии излучения переместится с красной границы видимого спектра ($\lambda_{m1} = 780$ нм) на фиолетовую ($\lambda_{m2} = 390$ нм)?
537. Вычислить истинную температуру T вольфрамовой раскаленной ленты, если радиационный пирометр показывает температуру $T_{\text{рад}} = 2.5$ кК. Принять, что поглощательная способность для вольфрама не зависит от частоты излучения и равна $a_T = 0.35$.

538. Определить поглощательную способность a_T серого тела, для которого температура, измеренная радиационным пирометром, $T_{\text{рад}} = 1.4$ кК, тогда как истинная температура T тела равна 3.2 кК.
539. Температура верхних слоев звезды Сириус $T = 1000$ К. Определить энергию, излучаемую с каждого квадратного километра поверхности этой звезды за одну секунду.
540. Температура T абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз при этом изменилась его энергетическая светимость R_Σ ? На сколько изменилась длина волны λ_m , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости?
541. Красная граница фотоэффекта для цинка $\lambda_0 = 310$ нм. Определить максимальную кинетическую энергию T_{max} фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падают лучи с длиной волны $\lambda = 200$ нм.
542. На поверхность калия падают лучи с длиной волны $\lambda = 150$ нм. Определить максимальную кинетическую энергию T_{max} фотоэлектронов. Работа выхода для калия 2.2 эВ.
543. Фотон с энергией $\varepsilon = 10$ эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс p , полученный пластиной, если принять, что направление движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластины.
544. На фотоэлемент с катодом из лития падают лучи с длиной волны $\lambda = 200$ нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов U_{min} , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.
545. Какова должна быть длина волны γ -лучей, падающих на платиновую пластинку, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была $v_{\text{max}} = 3$ Мм/с?
546. На металлическую пластину направлен пучок ультрафиолетовых лучей ($\lambda = 0.25$ мкм). Фототок прекращается при минимальной задерживающей разности потенциалов $U_{\text{min}} = 0.96$ В. Определить работу выхода A электронов из металла.
547. На поверхность металла падают монохроматические лучи с длиной волны $\lambda = 0.1$ мкм. Красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 0.3$ мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?
548. На металл падают рентгеновские лучи с длиной волны $\lambda = 1$ нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость v_{max} фотоэлектронов.
549. Какая доля энергии фотона израсходована на работу выхода фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 307$ нм, а максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона $T_{\text{max}} = 1$ эВ?
550. Найти значение постоянной Планка, если известно, что электроны, вырываемые с поверхности металла светом с частотой $\nu_1 = 2.2 \cdot 10^{15}$ Гц полностью задерживаются разностью потенциалов $U_1 = 0.6$ В, а вырываемые светом с частотой $\nu_2 = 4.6 \cdot 10^{15}$ Гц – разностью потенциалов $U_2 = 16.5$ В.
551. В результате эффекта Комптона на свободных электронах фотон с энергией $\varepsilon_1 = 0.51$ МэВ был рассеян на угол $\varphi = 120^\circ$. Определить энергию ε_2 рассеянного фотона.
552. Фотон с энергией $\varepsilon_1 = 1.02$ МэВ был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроны на угол $\varphi = 180^\circ$. Определить кинетическую энергию T электрона отдачи.

553. Энергия рентгеновских лучей $\varepsilon_1 = 0.6$ МэВ. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.
554. Какая доля энергии фотона приходится при эффекте Комптона на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол $\varphi = 180^\circ$? Энергия фотона до рассеяния $\varepsilon_1 = 0.255$ МэВ.
555. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне был рассеян на угол $\varphi = 0$. Определить импульс p (в единицах МэВ/с) приобретенный электроном, если энергия фотона до рассеяния была $\varepsilon_1 = 0.51$ МэВ.
556. Определить угол φ , на который был рассеян γ -квант с энергией $\varepsilon_1 = 1.02$ МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи $T = 0.51$ МэВ.
557. При комптоновском рассеянии энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния $\varphi = \pi/2$. Найти энергию ε_2 и импульс p_ϕ рассеянного фотона.
558. Определить максимальное изменение длины волны ($\Delta\lambda_{\max}$) при комптоновском рассеянии света на свободных электронах и свободных протонах.
559. Фотон с длиной волны $\lambda_1 = 15$ пм рассеялся на свободном электроне. Длина волны рассеянного фотона $\lambda_2 = 16$ пм. Определить угол рассеяния φ .
560. Рентгеновские лучи ($\lambda = 1$ нм) рассеиваются электронами, которые можно считать практически свободными. Определить максимальную длину волны $\lambda_{\max}$ рентгеновских лучей в рассеянном луче.
561. Определить энергетическую освещенность E зеркальной поверхности, если давление, производимое излучением, $p = 40$ мкПа. Лучи падают нормально к поверхности.
562. Давление света p длиной волны $\lambda = 400$ нм, падающего нормально на черную поверхность, равно 2 нПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1$ мм² этой поверхности.
563. Определить коэффициент отражения ρ поверхности, если при энергетической освещенности $E = 120$ Вт/м² давление p света на нее оказалось равным 0.5 мкПа.
564. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, $p = 4$ мПа. Определить концентрацию n_0 фотонов вблизи поверхности, если длина волны λ света, падающего на поверхность, равна 0.5 мкм.
565. На расстоянии $r = 5$ м от точечного монохроматического ($\lambda = 0.5$ мкм) изотропного источника расположена площадка ($S = 8$ мм²) перпендикулярно падающим лучам. Определить число N фотонов, ежесекундно падающих на эту площадку. Мощность излучения $P = 100$ Вт.
566. Свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм нормально падает на зеркальную поверхность и создает на нее давление $p = 4$ мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 10$ с на площадь $S = 1$ мм² этой поверхности.
567. На зеркальную поверхность площадью $S = 6$ см² падает нормально поток излучения $\Phi_e = 0.8$ Вт. Определить давление p и силу давления F на эту поверхность.
568. Точечный источник монохроматического ($\lambda = 1$ нм) излучения находится в центре сферической зачерненной колбы радиусом $R = 10$ см. Определить световое давление p , производимое на внутреннюю поверхность колбы, если мощность источника $P = 1$ кВт.

569. На зеркальце с идеально отражающей поверхностью ($\rho = 1$) площадью 2 см^2 нормально падает свет от электрической дуги. Определить импульс, полученный зеркальцем, если энергетическая освещенность поверхности $E = 0.2 \text{ МВт/м}^2$. Продолжительность облучения $t = 1 \text{ с}$.
570. Найти давление света на стенки колбы электрической 40-ваттной лампы. Колба лампы представляет собой стеклянный сферический сосуд радиусом 4 см. Стенки колбы отражают 5% и пропускают 20% падающего на них света. Считать, что вся потребляемая лампой мощность идет на излучение.
571. Частица движется со скоростью $v = 1/3 c$, где c – скорость света в вакууме. Какую долю энергии покоя составляет кинетическая энергия частицы?
572. Протон с кинетической энергией $T = 3 \text{ ГэВ}$ при торможении потерял треть своей кинетической энергии. Определить, во сколько раз изменился импульс протона.
573. При какой скорости v (в долях скорости света) масса любой частицы вещества в $n = 3$ раза больше массы покоя?
574. Определить отношение импульса p электрона с кинетической энергией $T = 1.53 \text{ МэВ}$ к комптоновскому импульсу $m_0 c$ электрона.
575. Скорость электрона $v = 0.8c$, где c – скорость света в вакууме. Зная энергию покоя электрона в Мегаэлектрон-вольтах, определить в тех же единицах кинетическую энергию T электрона.
576. Во сколько раз масса m электрона, обладающего кинетической энергией $T = 1.53 \text{ МэВ}$, больше массы покоя m_0 ,
577. Какую скорость v (в долях скорости света) нужно сообщить частице, чтобы ее кинетическая энергия была равна удвоенному значению энергии покоя?
578. Релятивистский электрон имел импульс $p_1 = m_0 c$. Определить конечный импульс этого электрона (в единицах $m_0 c$), если его энергия увеличилась в $n = 2$ раза.
579. Релятивистский протон обладает кинетической энергией, равной энергии покоя. Определить, во сколько раз возрастет его кинетическая энергия, если его импульс увеличить в $n = 2$ раза.
580. Определить релятивистский импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью $v = 0.9 c$, где c – скорость света в вакууме.

Раздел VI АТОМНАЯ ФИЗИКА И ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

Задачи

601. Вычислить по теории Бора радиус r_2 второй боровской орбиты и скорость v_2 электрона на этой орбите для атома водорода.
602. Вычислить по теории Бора период T обращения и угловую скорость ω электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом $n = 2$.
603. Электрон в атоме водорода находится в основном состоянии. Определить кинетическую T , потенциальную Π и полную энергию E электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.

604. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую T , потенциальную $П$ и полную энергию E электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
605. Найти радиусы r_n трёх первых Боровских орбит в атоме водорода и скорости v_n электрона на них.
606. Определить частоту и период обращения электрона на третьей Боровской орбите в атоме водорода.
607. Найти первый потенциал U_1 возбуждения и энергию ионизации E_i атома водорода.
608. Найти энергию ионизации E_i и потенциал ионизации ионов He^+ и Li^{++} .
609. Найти радиус r_1 первой Боровской электронной орбиты для однократно ионизированного гелия и скорость электрона v_1 на ней.
610. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны $\lambda = 102.6$ нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус r электронной орбиты возбужденного атома водорода.
611. Найти наибольшую $\lambda_{\max}$ и наименьшую $\lambda_{\min}$ длины волн в первой инфракрасной серии водорода (серия Пашена).
612. Определить энергию фотона, испускаемого атомом водорода при переходе электрона со второй орбиты на первую.
613. Определить максимальную и минимальную энергию фотона серии Лаймана в спектре излучения атомарного водорода.
614. Определить максимальную энергию фотона серии Бальмера в спектре излучения атомарного водорода.
615. В однозарядном ионе гелия электрон перешел со второго энергетического уровня на первый. Определить длину волны излучения, испущенного ионом гелия.
616. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией $T = 10$ эВ. Определить энергию фотона.
617. Фотон с энергией $E = 16.5$ эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от ядра атома.
618. Определить минимальную энергию фотона серии Бальмера в спектре излучения атомарного водорода.
619. Какому элементу принадлежит водородоподобный спектр, длины волн линий которого в четыре раза короче, чем у атомарного водорода.
620. Определить наибольшую $\lambda_{\max}$ и наименьшую $\lambda_{\min}$ длины волн в видимой области спектра атомарного водорода (серия Бальмера).
621. Определить длину волны λ де Бройля для частицы массой $m = 1$ г, движущейся со скоростью $v = 10$ м/с.
622. Вычислить длину волны λ де Бройля для электрона, обладающего кинетической энергией $T = 13.6$ эВ. Сравнить полученное значение λ с диаметром d атома водорода (найти отношение λ/d). Нужно ли учитывать волновые свойства электрона при изучении движения электрона в атоме водорода? Диаметр атома водорода принять равным удвоенному значению первого Боровского радиуса.
623. При анализе рассеяния α -частиц на ядрах (опыты Резерфорда) прицельные расстояния принимались порядка 0.1 нм. Волновые свойства α -частиц ($E = 7.7$ МэВ) при этом не учитывались. Допустимо ли это?

624. Вычислить длину волны λ де Бройля для тепловых ($T=330\text{K}$) нейтронов. Следует ли учитывать волновые свойства нейтронов при анализе их взаимодействия с кристаллом? Расстояние между атомами в кристалле принять равным 0.5 нм .
625. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти протон, чтобы деБройлевская длина волны λ была равна: 1) 1 нм ; 2) 1 пм ?
626. Вычислить длину волны λ де Бройля протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U , равную: 1) 1 МВ ; 2) 1 ГВ .
627. Протон обладает кинетической энергией $T = 1\text{ кэВ}$. Определить величину дополнительной энергии ΔT , которую необходимо ему сообщить для того, чтобы деБройлевская длина волны уменьшилась в три раза.
628. Определить длины волн де Бройля α -частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов $U = 1\text{ кВ}$.
629. Электрон обладает кинетической энергией $T = 1.02\text{ МэВ}$. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия T электрона уменьшится вдвое?
630. Кинетическая энергия T электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ($2m_0c^2$). Вычислить длину волны λ де Бройля для такого электрона.
631. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки Δp в определении импульса электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц могут быть установлены с неопределенностью $\Delta x = 0.01\text{ мм}$.
632. Атом испустил фотон с длиной волны $\lambda = 800\text{ нм}$. Продолжительность излучения $\Delta t = 10\text{ нс}$. Определить наибольшую точность ($\Delta\lambda$), с которой может быть измерена длина волны излучения.
633. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину l одномерного потенциального ящика (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик), в котором минимальная энергия $E_{\min}$ электрона равна 10 эВ .
634. α -частица находится в одномерном потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик). Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину l одномерного ящика, если известно, что минимальная энергия α -частицы $E_{\min} = 8\text{ эВ}$.
635. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью $v = 1.5 \cdot 10^6\text{ м/с}$, если допускаемая неточность Δv в определении скорости составляет 10% от ее величины. Сравнить полученную неточность с диаметром d атома водорода, вычисленным по теории Бора для основного состояния, и указать, применимо ли понятие траектории в данном случае.
636. Электрон с кинетической энергией $T = 15\text{ эВ}$ находится в металлической пылинке диаметром $d = 1\text{ мкм}$. Определить относительную неточность, с которой может быть определена скорость электрона.
637. Во сколько раз деБройлевская длина волны λ частицы меньше неопределенности Δx ее координаты, которая соответствует относительной неопределенности импульса в 1%.
638. Используя соотношение неопределенностей $\Delta x \Delta p \sim h/2\pi$, оценить низший энергетический уровень электрона в атоме водорода. Принять линейные размеры атома $l = 0.1\text{ нм}$.

639. Предполагая, что неопределенность координаты Δx движущейся частицы равна деБройлевской длине волны, определить относительную неточность $\Delta p/p$ в определении импульса этой частицы.
640. Используя соотношение неопределенностей, оценить кинетическую энергию нуклона в ядре, полагая радиус ядра равным 10^{-12} см.
641. Частица находится в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик). Найти отношение разности соседних энергетических уровней ΔE к энергии E_n частицы в трех случаях: 1) $n=3$, 2) $n=10$, 3) $n \sim \infty$. Пояснить полученные результаты.
642. Частица в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l находится в возбужденном состоянии ($n = 2$). Определить в каких точках интервала ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения частицы максимальна и минимальна.
643. Электрон находится в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l . В каких точках в интервале ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения электрона на первом и втором энергетических уровнях одинакова? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графически.
644. Частица в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу: 1) в средней трети ящика; 2) в крайней трети ящика?
645. В одномерном потенциальном ящике шириной l находится электрон. Вычислить вероятность w обнаружения электрона на первом энергетическом уровне в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок ящика.
646. Вычислить отношение вероятностей w_1/w_2 нахождения электрона на первом и втором энергетических уровнях в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок одномерного потенциального ящика (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l .
647. Электрон находится в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной $l = 0,1$ нм. Определить в электрон-вольтах наименьшую разность ΔE энергетических уровней электрона.
648. Электрон находится в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l . В каких точках в интервале ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения электрона на втором и третьем энергетических уровнях одинакова?
649. Частица в потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l находится в возбужденном состоянии ($n = 3$). Определить, в каких точках интервала ($0 < x < l$) плотность вероятности нахождения частицы максимальна и минимальна.
650. В одномерном потенциальном ящике (здесь и далее имеется в виду бесконечно глубокий, одномерный, прямоугольный потенциальный ящик) шириной l находится электрон в возбужденном состоянии ($n = 2$). Какова вероятность обнаружения электрона в интервале $l/4$, равноудаленном от стенок ящика?

651. Вычислить момент импульса L орбитального движения электрона, находящегося в атоме: 1) в s -состоянии; 2) в p -состоянии.
652. Определить возможные значения проекции момента импульса L_z орбитального движения электрона в атоме на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в d -состоянии.
653. Электрон находится в атоме в f -состоянии. Найти орбитальный момент импульса L электрона и максимальное значение проекции момента импульса L_z на направление внешнего магнитного поля.
654. Какое максимальное число s -, p - и d -электронов может находиться в электронных K -, L - и M - оболочках атома соответственно?
655. Указать (с учетом принципа Паули), какое максимальное число электронов в атоме может иметь следующие одинаковые квантовые числа: 1) n , 2) n, l, m_l .
656. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n = 3$. Указать, какое число s -, p -, d - электронов находится в этом слое.
657. Указать (с учетом принципа Паули), какое максимальное количество электронов в атоме может иметь следующие одинаковые квантовые числа: 1) n и l ; 2) n, l, m_l, m_s .
658. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n = 2$. Указать число электронов в этом слое, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: 1) $m_s = \pm 1/2$; 2) $m_l = 2$; 3) $m_s = -1/2$ и $m_l = 0$.
659. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n = 3$. Указать число электронов в этом слое, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: 1) $m_l = -2$; 2) $m_s = 1/2$ и $m_l = 1$; 3) $m_s = -1/2$ и $l = 2$.
660. Найти число электронов в атоме, у которых в основном состоянии заполнены:
- 1) K - и L -слои, $3s$ -оболочка;
 - 2) K -, L -слои, $3s$ -оболочка и наполовину $3p$ -оболочка. Указать, каким элементом периодической системы Д.И. Менделеева принадлежат эти атомы?
661. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_8\text{O}^{16} + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_7\text{N}^{14} + {}_2\text{He}^4$ Освобождается или поглощается эта энергия?
662. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$ Освобождается или поглощается эта энергия?
663. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_3\text{Li}^7 + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_5\text{B}^{10} + {}_0\text{n}^1$ Освобождается или поглощается эта энергия?
664. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_1\text{H}^2 + {}_1\text{H}^3 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_0\text{n}^1$ Освобождается или поглощается эта энергия?
665. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_3\text{Li}^6 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{p}^1$ Указать, освобождается или поглощается энергия при этой реакции.
666. Вычислить энергию ядерной реакции ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_4\text{Be}^7 + {}_0\text{n}^1$ Указать, освобождается или поглощается энергия при этой реакции.
667. Найти энергию, поглощенную при этой реакции: ${}_7\text{N}^{14} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_8\text{O}^{17}$
668. Найти энергию, выделяющуюся при реакции: ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_4\text{Be}^8 + {}_0\text{n}^1$
669. Найти энергию, выделяющуюся при реакции: ${}_3\text{Li}^6 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^3 + {}_2\text{He}^4$
670. Найти энергию, выделяющуюся при реакции: ${}_4\text{Be}^9 + {}_1\text{H}^2 \rightarrow {}_5\text{B}^{10} + {}_0\text{n}^1$
671. Найти период полураспада $T_{1/2}$ радиоактивного изотопа, если его активность за время $t = 10$ суток уменьшилось на 24% по сравнению с первоначальной.
672. Определить, какая доля радиоактивного изотопа ${}_{89}\text{Ac}^{225}$ распадается в течение времени $t = 6$ суток.

673. Активность A некоторого изотопа за время $t = 10$ суток уменьшилось на 20%. Определить период $T_{1/2}$ полураспада этого препарата.
674. Определить массу m изотопа ^{131}I , имеющего активность $A = 3.7 \cdot 10^{10}$ Бк.
675. Найти среднюю продолжительность жизни τ атома радиоактивного изотопа кобальта ^{60}Co .
676. Счетчик α -частиц, установленный вблизи радиоактивного изотопа, при первом измерении регистрировал $N_1 = 1400$ частиц в минуту, а через время $t = 4$ ч – только $N_2 = 400$. Определить $T_{1/2}$ полураспада изотопа.
677. Во сколько раз уменьшится активность препарата ^{32}P через время $t = 20$ суток?
678. На сколько процентов уменьшится активность изотопа иридия ^{192}Ir за время $t = 15$ суток?
679. Определить число N ядер, распавшихся в радиоактивном изотопе фосфора ^{32}P массой $m = 1$ кг в течение времени: 1) $t = 1$ мин; 2) $t = 5$ суток.
680. Из каждого миллиона атомов радиоактивного изотопа каждую секунду распадается 200 атомов. Определить период полураспада.

Список основной литературы

- 1 Трофимова Т. И. «Курс физики» Учебное пособие по физике для вузов. – М.: Высшая школа, 2006, 352 с.
- 2 Детлаф А. А. Курс физики: учеб. пособие/ А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – 7-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 720 с.
- 3 Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: учеб. пособие/ В. С. Волькенштейн. – 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Книжный мир, 2004. – 327 с.

Список дополнительной литературы

- 1 Савельев И. В. Курс общей физики: в 3-х т.: учеб. пособие/ И. В. Савельев. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2005. – Т. 1: Механика. Молекулярная физика: учебное пособие. – 2005. – 432 с.
- 2 Савельев И. В. Курс общей физики: в 3-х т.: учеб. пособие/ И. В. Савельев. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2005. – Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебное пособие. – 2005. – 496 с.
- 3 Савельев И. В. Курс общей физики: в 3-х т.: учеб. пособие/ И. В. Савельев. – 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2005. – Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие. – 2005. – 317 с.
- 4 Сборник вопросов и задач по общей физике: учеб. пособие/ И. В. Савельев. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2005. – 288 с.
- 5 Чертов А. Г. Задачник по физике: учеб. пособие/ А. Г. Чертов, А. А. Воробьёв. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2006. – 640 с.

Список Интернет ресурсов

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru/>
2. Сайт Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
3. Сайт Электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: Электронный ресурс]: –Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

4. Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС. [Электронный ресурс]:–Режим доступа: <http://lib.misis.ru/elbib.html>

Список рекомендуемой литературы

1. Виноглядов В. Н. [и др.] Ч. 1 «Механика»: лаб. практикум, учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 114 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917384466917800004129>
2. Сабылинский А. В. [и др.] Ч. 2 «Молекулярная физика. Термодинамика»: лаб. практикум, учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 44 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917384269006900005988>
3. Сабылинский А. В. [и др.] «Задачи по физике с решениями и ответами»: лаб. практикум. Учебное пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012.
4. Сабылинский А. В., Лукьянов Г. Д. Физика в задачах: учебное пособие для студентов очной формы обучения всех специальностей. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 163 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920424320928600008276>
5. Лукьянов Г. Д. [и др.] «Физика». Учебное пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2014.
6. Лабораторный практикум: – Режим доступа: <http://fizik.bstu.ru>
7. Горягин Е. П. [и др.] Ч. 3 «Электростатика. Магнетизм»: лаб. практикум, учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 91 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917384063610600005052>
8. Гладких Ю. П. [и др.] Ч. 3 «Физика. Оптика»: лаб. практикум, учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 74 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917383863389100009413>
9. Бакалин Ю. И. [и др.] Ч. 3 «Физика твёрдого тела»: лаб. практикум, учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 52 с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917383662879300006274>
10. Сабылинский А. В., Лукьянов Г. Д. Физика в задачах: учебное пособие для студентов очной формы обучения всех специальностей. Белгород: изд-во БГТУ, 2012, 163 стр. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920424320928600008276>
11. Лукьянов Г. Д. [и др.] «Физика». Учебное пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2014.