

ВЫБОР ВАРИАНТА

Вариант выбирается по последней цифре в номере зачетки. Каждому варианту соответствуют задачи:

<i>№ варианта</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>0</i>
Кр.1	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
Кр.2	211	212	213 р=0,28 МПа	214	215	216	217	218	219	220
	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
Кр.3	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Расчетно-графическая работа (РГР) выполняется в обычной школьной тетради, на обложке которой приводятся сведения по следующему образцу:

РГР № 1 по физике студента I курса ФМА НГТУ специальность: № _____ Иванова Петра Ивановича (ФИО – без сокращений) шифр 30675234 Вариант № 4 <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 100%; text-align: center;"><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th><th>10</th><th>11</th><th>12</th><th>Σ</th></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> Новосибирск 2020 г.													1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ																										

2. Контрольная работа выполняется перьевой или шариковой ручкой. В работе допускается использование чернил синего, фиолетового или черного цветов. Графики и рисунки аккуратно выполняются остро отточенным карандашом с использованием линейки и циркуля. Для замечаний преподавателя следует оставлять поля не менее 30 мм.

3. При оформлении контрольной работы условия задач записываются (или приводятся в печатном виде) полностью, без сокращений. Каждая задача оформляется с новой страницы.

4. Решение задачи необходимо начинать с внимательного чтения условия. При первом же чтении следует определить, на какую тему, о каком конкретном процессе или состоянии идет речь, каким законам он подчиняется, какими параметрами его можно охарактеризовать.

5. Записывается краткое условие задачи: что «дано», что «найти». Все величины выражаются в единицах СИ.

Дано:

Решение:

Найти:

Ответ:

6. Для того чтобы представить взаимодействие тел, их расположение, следует непременно сделать схематический чертеж (особенно это касается задач по «Механике»), на котором показать заданные расстояния, векторы скоростей, перемещений, ускорений, действующих сил. Очень важным элементом является выбор системы отсчета: либо это система лабораторная, либо она связана с центром масс системы. Вид уравнений зависит от выбора системы отсчета.

7. Приводятся необходимые уравнения или формулы законов, описывающих процессы и явления, о которых идет речь в задаче. Составление системы уравнений, полностью отражающих конкретную ситуацию, физический процесс, является основной трудностью при решении задачи.

- Исходные уравнения записываются в векторной форме (если речь идет о векторных уравнениях), а затем в скалярной форме.
- Если при решении задачи применяется формула, не выражающая собой основной закон (например, законы Ньютона, законы сохранения) или являющаяся хорошо известным следствием этих законов (например, теорема Штейнера, формула для кинетической энергии вращающегося тела и т. д.), то ее необходимо вывести.
- Символическая запись законов, используемых для решения задачи, должна сопровождаться разъяснениями буквенных обозначений, формулировкой законов и условий, гарантирующих выполнение этих законов.

8. Вывод расчетной формулы осуществляется в общем виде. Решить задачу в общем виде – это значит выразить искомую величину через те величины, которые заданы в условии задачи или справочных таблицах.

9. Полученная расчетная формула проверяется по размерности. Получение адекватных единиц измерения искомой величины служит одним из важнейших показателей правильности решения задачи (**но не достаточным**).
10. Вычисление искомой величины осуществляется с учетом правил приближенных вычислений.
11. После получения численного значения оценивается реальность (правдоподобность) полученного результата исходя из соображений здравого смысла (встречаются ли в действительности такие численные значения искомой величины).
12. Записывается результат.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимова Т.И. Курс физики. 20-е изд. – М.: Академия, 2014.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. Задачи и решения. 5-е изд. – М.: Академия, 2012.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-ти тт. Том 1. Механика. 5-е изд.– СПб.: Лань, 2011.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-ти тт. Том 2. Электричество и магнетизм. 5-е изд.– СПб.: Лань, 2011.
5. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-ти тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. – 5-е изд.– СПб.: Лань, 2011.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 1. Механика. 6-е изд. – М.: Физматлит, 2013.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. 6-е изд. – М.: Физматлит, 2013.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. В 5-ти томах. Том 3. Электричество. 5-е изд. – М.: Физматлит, 2009.
9. Детлаф А.В., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2002.
10. Иродов И.Е. Основные законы механики. – М.: Высшая школа, 2002.
11. Иродов И.Е. Электромагнетизм. – М.: Высшая школа, 2002.

12. Давыдков В.В. Курс общей физики для студентов ИДО. Ч. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001.
13. Давыдков В.В. Курс общей физики для студентов ИДО. Ч. 2. Электростатика. Магнетизм. Колебания и волны. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005.

K.P. 1

3. ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ДЛЯ ПЕРВОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Студент-заочник должен решить восемь задач (разд. 7) того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его шифра

Вариант	Номера задач							
0	91	101	111	121	131	141	151	161
1	92	102	112	122	132	142	152	162
2	93	103	113	123	133	143	153	163
3	94	104	114	124	134	144	154	164
4	95	105	115	125	135	145	155	165
5	96	106	116	126	136	146	156	166
6	97	107	117	127	137	147	157	167
7	98	108	118	128	138	148	158	168
8	99	109	119	129	139	149	159	169
9	100	110	120	130	140	150	160	170

Кроме того, предлагаем Вам решить нестандартные задачи (разд. 5). Решение этих задач будет учитываться при сдаче экзамена и несомненно повысит Вашу эрудицию.

4. ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Вы тигр, вы лев, вы кошка. Если бы к небу и к земле были приделаны кольца, вы бы схватили бы эти кольца и притянули бы небо к земле.

И.А. Бабель

91. Движение точки по прямой задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 2$ м/с, $B = -0,5$ м/с². Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ движения точки в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.

92. Движение точки по окружности радиусом $R = 4$ м задано уравнением $\xi = A + Bt + Ct^2$, где $A=10$ м; $B = -2$ м/с, $C = 1$ м/с². Найти тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения точки в момент времени $t = 2$ с.

93. По дуге окружности радиусом $R = 10$ м движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки $a_n = 4,9$ м/с²;

в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол $\varphi = 60^\circ$. Найти скорость v и тангенциальное ускорение a_t точки.

94. Точка движется по окружности радиусом $R = 2$ м/с². согласно уравнению $\xi = At^3$, где $A = 2$ м/с³. В какой момент времени t нормальное ускорение a_n точки будет равно тангенциальному a_t . Определить полное ускорение a в этот момент.

95. Диск радиусом $r = 20$ см вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^2$, где $A=3$ рад; $B = -1$ рад/с; $C = 0,1$ рад/с². Определить тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения точек на окружности диска для момента времени $t = 10$ с.

96. Диск радиусом $r = 10$ см, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 0,5$ рад/с². Найти тангенциальное a_t , нормальное a_n и полное a ускорения точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

97. Колесо автомашины вращается равноускоренно. Сделав $N = 50$ полных оборотов, оно изменило частоту вращения от $n_1 = 4$ с⁻¹ до $n_2 = 6$ с⁻¹. Определить угловое ускорение ε колеса.

98. Диск вращается с угловым ускорением $\varepsilon = -2$ рад/с². Сколько оборотов N сделает диск при изменении частоты вращения от $n_1 = 240$ мин⁻¹ до $n_2 = 90$ мин⁻¹? Найти время Δt , в течение которого это произойдет.

99. Определить линейную скорость v и центростремительное ускорение $a_{ц}$ точек, лежащих на земной поверхности: 1) на экваторе; 2) на широте Москвы ($\varphi = 56^\circ$).

100. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями $x = A_1 + B_1t + Ct^2$, $x_2 = A_2 + B_2t + Ct^2$, где $A_1 = 20$ м; $A_2 = 2$ м; $B_2 = B_1 = 2$ м/с; $C_1 = -4$ м/с²; $C_2 = 0,5$ м/с². В какой момент времени t скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости v_1 и v_2 и ускорения a_1 и a_2 точек в этот момент.

Во всех задачах 101–110 обязательно сделать поясняющие чертежи, как показано в примере 3.

101. С высоты $h_1 = 2,0$ м на стальную плиту свободно падает шарик массой $m = 0,2$ кг и подпрыгивает на высоту $h_2 = 0,5$ м. Определить изменение импульса шарика за время удара ($g = 9,8$ м/с²).

102. Тело массой $m = 0,3$ кг, брошенное с поверхности Земли со скоростью $V = 2,0$ м/с вертикально вверх, падает на Землю. Найти изменение импульса тела за время движения. Спротивлением воздуха пренебречь.

103. Пуля пущена с поверхности Земли с начальной скоростью $V_0 = 200$ м/с под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Масса пули 0,1 кг. Найти изменение импульса к моменту достижения пулей наивысшей точки траектории движения. Сопротивлением воздуха пренебречь.

104. Снаряд массой 2,0 кг выпущен из орудия под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью 50 м/с. Найти изменение импульса к моменту падения снаряда на Землю. Сопротивление воздуха не учитывать.

105. Камень массой 0,1 кг брошен с вышки высотой $h = 44,1$ м в горизонтальном направлении с начальной скоростью $V = 30,0$ м/с. Определить импульс камня в момент падения на Землю и изменение импульса за время движения. Сопротивление воздуха не учитывать ($g = 9,8$ м/с²).

106. Молекула массой $m = 4,65 \cdot 10^{-26}$ кг, летящая по нормали к стенке сосуда со скоростью $V = 600$ м/с, ударяется о стенку и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти изменение импульса молекулы за время удара о стенку.

107. Молекула массой $m = 4,65 \cdot 10^{-26}$ кг, летящая со скоростью $V = 600$ м/с, ударяется о стенку сосуда под углом $\alpha = 60^\circ$ к нормали и упруго отскакивает от нее без потери скорости. Найти изменение импульса молекулы за время удара.

108. Тело массой 0,10 кг, двигаясь равномерно, описывает 1/4 окружности радиусом $R = 1,20$ м в течение 2,00 с. Найти изменение импульса за время движения.

109. Тело массой 0,2 кг движется с постоянной скоростью 0,5 м/с по окружности. Определить изменение импульса тела за время прохождения им половины окружности.

110. Тело массой $m = 0,1$ кг брошено под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $V_0 = 10$ м/с. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти изменение импульса к моменту падения тела на Землю.

При решении задач № 111–120 необходимо сделать поясняющие чертежи и указать, относительно какой системы отсчета Вы применили закон сохранения импульса.

111. При горизонтальном полете со скоростью $V = 250$ м/с снаряд массой $m = 8$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $m_1 = 6$ кг получила скорость $U_1 = 400$ м/с в направлении полета снаряда. Определить абсолютное значение и направление скорости U_2 меньшей части снаряда.

112. На тележке, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью $V_1 = 3$ м/с, находится человек. Человек прыга-

ет в сторону, противоположную движению тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной 4 м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки $m = 210$ кг, масса человека $m_2 = 70$ кг.

113. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом $\alpha = 30^\circ$ к линии горизонта. Определить скорость U_2 отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью $U_1 = 480$ м/с. Масса платформы с орудием и снарядом $m = 18,0$ т, масса снаряда $m_1 = 60,0$ кг.

114. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его $m_1 = 60,0$ кг, масса доски $m_2 = 20,0$ кг. С какой скоростью U (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски) $V_1 = 1,0$ м/с? Массой колес пренебречь, трение не учитывать.

115. Снаряд, летевший со скоростью $V = 400$ м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40 % от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $U_1 = 150$ м/с. Определить скорость U_2 большего осколка.

116. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием $M = 15,0$ т. Орудие стреляет вверх под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. С какой скоростью V_1 покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда $m = 20$ кг и он вылетает со скоростью $V_2 = 600,0$ м/с?

117. Тело массой 1,0 кг, движется горизонтально со скоростью 1,0 м/с, догоняет второе тело массой 0,5 кг и неупруго сталкивается с ним. Какую скорость U получат тела, если второе тело двигалось со скоростью 0,5 м/с в том же направлении, что и первое тело?

118. Человек массой $m = 60,0$ кг бежит со скоростью 2,0 м/с навстречу тележке массой $m_2 = 80,0$ кг и вскакивает на нее. Тележка движется со скоростью 0,85 м/с. С какой скоростью V будет двигаться тележка после того, как человек запрыгнет на нее?

119. Снаряд массой $m_1 = 100$ кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью $V_1 = 500$ м/с, попадает в вагон с песком, масса которого $m_2 = 10$ т, и застревает в нем. Какую скорость U получит вагон, если он двигался со скоростью $V_2 = 10$ м/с в направлении, противоположном движению снаряда?

120. В лодке массой $m_1 = 240,0$ кг стоит человек массой $m_2 = 60,0$ кг. Лодка плывет со скоростью $V_1 = 2,0$ м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью $V = 4,0$ м/с (относительно лодки) в сторону, противоположную движению лодки. Найти скорость U движения лодки после прыжка человека.

121. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой $m_1 = 300$ кг, ударяется молот массой $m_2 = 8$ кг. Определить КПД η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.

122. Шар массой $m_1 = 1,0$ кг движется со скоростью $V_1 = 4,0$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 2,0$ кг, движущимся навстречу ему со скоростью $V_2 = 3,0$ м/с. Каковы скорости шаров U_1 и U_2 после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.

123. Шар массой $m_1 = 3,6$ кг движется со скоростью $V_1 = 2,0$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 5,0$ кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.

124. Определить КПД (η) неупругого удара бойка массой $m_1 = 0,5$ т, падающего на сваю массой $m_2 = 120$ кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание свай.

125. Шар массой $m_1 = 4,0$ кг движется со скоростью $V_1 = 5,0$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 6,0$ кг, который движется ему навстречу со скоростью $V_2 = 2,0$ м/с. Считая удар прямым, центральным, а шары однородными, абсолютно упругими, найти их скорости после удара.

126. Шар массой $m_1 = 5,0$ кг движется со скоростью $V_1 = 1,0$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 2,0$ кг. Определить скорости шаров U_1 и U_2 после удара. Шары считать однородными, абсолютно упругими, удар прямым, центральным.

127. 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 теплоты Q , выделившееся при ударе.

128. Тело массой $m_1 = 5,0$ кг ударяется о неподвижное тело массой $m_2 = 2,5$ кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией $T_2 = 5,0$ Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетические энергии T_1 и T_2 первого тела до и после удара.

129. Два тела движутся навстречу друг другу и соударяются неупруго. Скорости тел до удара были: $V_1 = 2,0$ м/с и $V_2 = 4,0$ м/с.

Общая скорость тел после удара $U = 1,0$ м/с и по направлению совпадает с направлением скорости V_1 . Во сколько раз кинетическая энергия T_1 первого тела была больше кинетической энергии T_2 второго тела?

130. Тело массой $m_1 = 5,0$ кг ударяется о неподвижное тело массой $m_2 = 2,5$ кг. Кинетическая энергия системы двух тел непосредственно после удара стала $T' = 5,0$ Дж. Считая удар центральным и неупругим, найти кинетическую энергию первого тела до удара.

При решении задач № 131–150 Вам необходимо знать формулы для определения момента инерции некоторых тел относительно оси, проходящей через центр инерции тела:

$$\text{цилиндра} - J = \frac{mR^2}{2};$$

$$\text{диска} - J = \frac{mR^2}{2};$$

$$\text{обруча, обода} - J = mR^2;$$

$$\text{шара} - J = \frac{2}{5}mR^2;$$

$$\text{стержня} - J = \frac{ml^2}{12}.$$

Момент инерции стержня относительно оси, проходящей через его конец, равен $\frac{ml^2}{3}$. Во всех задачах g принять равным $9,8$ м/с².

131. Определить скорость поступательного движения сплошного цилиндра, скатившегося с наклонной плоскости высотой $h = 0,2$ м.

132. По плоской горизонтальной поверхности катится диск со скоростью $V = 8,0$ м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь $S = 18,0$ м.

133. Диск массой $m = 2$ кг катится без скольжения со скоростью $V = 4$ м/с. Найти кинетическую энергию диска T .

134. Обруч и диск одинаковой массы $m_1 = m_2$ катятся без скольжения с одной и той же скоростью V . Кинетическая энергия обруча $T_1 = 40$ Дж. Найти кинетическую энергию диска.

135. Шар диаметром $d = 0,06$ м и массой $m = 0,25$ кг катится без скольжения по горизонтальной плоскости с частотой вращения $n = 4,0$ об/с. Найти кинетическую энергию шара T .

136. Найти кинетическую энергию T велосипеда, едущего со скоростью $V = 9$ км/ч. Масса велосипеда вместе с велосипедистом $m = 78$ кг, причем на колеса приходится масса $m_0 = 3$ кг. Колеса велосипеда считать обручами.

137. Обруч и сплошной цилиндр, имеющие одинаковую массу $m = 2,0$ кг, катятся без скольжения с одинаковой скоростью $V = 5,0$ м/с. Найти кинетические энергии этих тел.

138. Определить линейную скорость V центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой $h = 10,0$ м.

139. Шар катится по горизонтальной плоскости. Какую часть составляет энергия поступательного движения от общей кинетической энергии?

140. Шар и сплошной цилиндр, двигаясь с одинаковой скоростью, вкатываются вверх по наклонной плоскости. Какое из тел поднимается выше? Найти отношение высот подъема.

В задачах № 141–150 скамью Жуковского рассматривать как однородный диск.

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

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

143. 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. Скамейка неподвижна, колесо вращается с частотой $n_1 = 15,0$ об/с. С какой угловой скоростью ω_2 будет вращаться скамья, если человек повернет стержень на угол $\alpha = 180^\circ$ и колесо окажется на нижнем конце стержня? Суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 8$ кг·м², радиус колеса $R = 0,25$ м. Массу колеса $m = 2,5$ кг можно считать равномерно распределен-

ной по ободу. Считать, что центр тяжести человека с колесом находится на оси платформы.

144. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень за его конец вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 4,0$ 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 $J = 5,0$ кг·м². Длина стержня $L = 1,8$ м, его масса $m = 6,0$ кг. Считать, что центр тяжести стержня с человеком находится на оси платформы.

145. Платформа в виде диска диаметром $D = 3,0$ м и массой $m_1 = 180,0$ кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью ω_1 будет вращаться эта платформа, если по ее краю пройдет человек массой $m_2 = 70,0$ кг со скоростью $V = 1,8$ м/с относительно платформы? Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

146. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол ϕ повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы $m_1 = 280,0$ кг, масса человека $m_2 = 80,0$ кг. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

147. Шарик массой $m = 0,06$ кг, привязанный к концу нити длиной $L = 1,2$ м, вращается с частотой $n_1 = 2$ об/с, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния $L_2 = 0,6$ м. С какой частотой n_2 будет при этом вращаться шарик? Какую работу A совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

148. Горизонтальная платформа массой $m = 80$ кг и радиусом $R = 1$ м вращается с частотой $n_1 = 20$ об/мин. В центре платформы стоит человек и держит в расставленных руках гири. С какой частотой n_2 будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $J_1 = 2,94$ кг·м² до $J_2 = 0,98$ кг·м²? Считать платформу однородным диском.

149. Человек стоит на скамье Жуковского и держит в руках за конец легкий стержень, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамейка неподвижна, колесо вращается с частотой $n_1 = 10$ об/с. С какой частотой

будет вращаться скамейка, если человек повернет стержень на угол 90° ? Суммарный момент инерции человека и скамейки $6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, момент инерции колеса $0,12 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

150. Горизонтальная платформа массой $m_1 = 100 \text{ кг}$ вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой $n_1 = 10 \text{ об/мин}$. Человек массой $m_2 = 60 \text{ кг}$ стоит при этом на краю платформы. С какой частотой n_2 она начнет вращаться, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу однородным диском, а человека – точечной массой.

При решении задач № 151–160 необходимы следующие величины:

1) энергия электрона, обусловленная массой, $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$;
2) масса μ -мезона равна $207 m_e$; энергия, обусловленная массой μ -мезона, $m_\mu c^2$, равна 106 МэВ , где m_e – масса электрона ($m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$);

3) энергия протона, обусловленная массой, равна 938 МэВ ;

$1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$,

$1 \text{ ГэВ} = 10^9 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$.

151. Найти импульс электрона, имеющего кинетическую энергию 1 МэВ .

152. Кинетическая энергия некоторой частицы равна ее энергии, обусловленной массой. Чему равна скорость частицы?

153. Найти скорость μ -мезона, ускоренного разностью потенциалов в 1000 В . (Заряд μ -мезона равен заряду электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.)

154. Найти скорость μ -мезона и его кинетическую энергию, если полная энергия в 5 раз больше его энергии, обусловленной массой.

155. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы его скорость составляла 95 % скорости света?

156. Скорость электрона $V = 0,8 c$ (где c – скорость света в вакууме). Определить в мегаэлектрон-вольтах кинетическую энергию электрона ($1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ}$).

157. Определить скорость частицы, если ее кинетическая энергия в 9 раз больше энергии, обусловленной массой.

158. Какую скорость β (в долях скорости света) нужно сообщить частице, чтобы ее кинетическая энергия была равна удвоенному значению энергии, обусловленной массой?

159. Определить импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью $V = 0,9 c$, где c – скорость света в вакууме.

160. Синхрофазотрон дает пучок μ -мезонов с кинетической энергией 1 ГэВ . Какую долю β скорости света составляет скорость μ -мезонов в этом пучке ($1 \text{ ГэВ} = 10^9 \text{ эВ}$)?

Задачи № 161–170 следует решать в такой системе отсчета, в которой суммарный импульс тел (или частиц) до и после их взаимодействия равен нулю (это система центра инерции – СЦИ). При решении этих задач рекомендуем использовать геометрические представления. О таких элементарных частицах, как Σ -гипероны, мезоны, нейтроны, протоны, Вы можете прочитать в [10; § 66, 74, 49]

161. Найти кинетическую энергию нейтрона, возникшего при распаде остановившегося Σ -гиперона ($\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$). Энергии, обусловленные массами частиц, имеют следующие значения: для Σ -гиперона $2328 m_e c^2$, для нейтрона $1836 m_e c^2$, для π -мезона $273 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

162. Покоившаяся частица массой M распадается на две одинаковые частицы с массами m . Определить кинетические энергии этих частиц.

163. Покоившаяся частица распалась на новую частицу массой m и на фотон с энергией ϵ_γ . Определить массу M распавшейся частицы.

164. Остановившийся π^+ -мезон распался на мюон (μ^+ -мезон) и нейтрино. Найти энергию нейтрино. Энергии, обусловленные массами частиц, равны: для π^+ -мезона – $273 m_e c^2$, для μ^+ -мезона – $207 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

165. Покоившаяся частица массой M распалась на две одинаковые частицы с массами m . Определить импульсы этих частиц.

166. Определить полную энергию нейтрона, возникшего при распаде остановившегося Σ^- -гиперона ($\Sigma^- \rightarrow n + \pi^-$). Энергии, обусловленные массами частиц, равны: для Σ^- -гиперона $2328 m_e c^2$, для нейтрона $1836 m_e c^2$, для π^- -мезона $273 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

167. Остановившийся π^+ -мезон распался на мюон (μ^+ -мезон) и нейтрино. Определить импульс мюона. Энергии, обусловленные массами частиц, равны: для π^+ -мезона $273 m_e c^2$, для μ^+ -мезона $207 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

168. Покоившаяся частица массой M распалась на новую частицу массой m и на фотон. Определить импульс и энергию фотона.

169. Покоившаяся нейтральная частица распалась на протон с кинетической энергией $T_p = 5,3 \text{ МэВ}$ и π -мезон. Найти массу m нейтральной частицы. Энергии, обусловленные массами частиц, равны: для протона $1836 m_e c^2$, для π -мезона $273 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

170. Остановившийся π^+ -мезон распался на μ^+ -мезон и нейтрино. Найти кинетическую энергию μ^+ -мезона. Энергии, обусловленные массами частиц, равны: для π^+ -мезона $273 m_e c^2$, для μ^+ -мезона $207 m_e c^2$, где $m_e c^2 = 0,51 \text{ МэВ}$.

Кр 2

№ 2135

53
Ф 503

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

№ 2

НОВОСИБИРСК
2001

Сравнивая последнее выражение с зависимостью объема от температуры, заданной в условии задачи, видим, что $K = \frac{m \cdot R}{\mu \cdot P}$. Следовательно, количество молей газа равно $\frac{m}{\mu} = \frac{K \cdot P}{R}$.

Теперь можно получить решение в общем виде:

$$\Delta U = \frac{i}{2} R \cdot \frac{K \cdot P}{R} \cdot \Delta T;$$

$$C_P = \frac{K \cdot P}{R} \cdot c_P;$$

$$Q = \frac{K \cdot P}{R} \cdot c_P \cdot \Delta T;$$

$$A = Q - \Delta U;$$

Проведя необходимые сокращения в полученных формулах, получаем численные значения искомых величин:

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 40 = 1 \cdot 10^5 \text{ Дж};$$

$$C_P = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{8,3} \cdot \left(\frac{5}{2} + 1\right) \cdot 8,3 = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Дж/К};$$

$$Q = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{5}{2} + 1\right) \cdot 40 = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Дж};$$

$$A = 1,4 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5 = 4 \cdot 10^4 \text{ Дж}.$$

Ответ: $C_P = 3,5 \cdot 10^3 \text{ Дж/К}$; $\Delta U = 1 \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $Q = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}$; $A = 4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$.

Задача. Найти изменение энтропии 280 г азота при изотермическом увеличении объема в 5 раз.

Дано:

$$m = 280 \text{ г} = 28 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$$

$$\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

$$\Delta S = ?$$

Решение. Из первого начала термодинамики:

$$\delta Q = dU + \delta A;$$

$$\delta A = P \cdot dV;$$

$$dU = \frac{m}{\mu} \cdot c_V \cdot dT = 0, \text{ так как } dT = 0.$$

Выражение для работы преобразуем, считая азот идеальным газом:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT, \text{ откуда } P = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V};$$

$$\delta A = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V} \cdot dV, \delta Q = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V} \cdot dV$$

Для приращения энтропии получаем

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \int_1^2 \frac{dV}{V} = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Проверяем единицы измерения

$$[S] = (\text{кг} \cdot \text{Дж} \cdot \text{моль}) / (\text{кг} \cdot \text{моль} \cdot \text{К}) = \text{Дж/К}.$$

Вычисляем

$$S_2 - S_1 = \frac{28 \cdot 10^{-2} \cdot 8,3}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot \ln 5 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ Дж/К}.$$

Ответ: Увеличение энтропии $\Delta S = 1,3 \cdot 10^2 \text{ Дж/К}$.

5. ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ ЗАДАЧ

Вариант	Номера задач						
0	210	220	230	240	250	260	270
1	201	211	221	231	241	251	261
2	202	212	222	232	242	252	262
3	203	213	223	233	243	253	263
4	204	214	224	234	244	254	264
5	205	215	225	235	245	255	265
6	206	216	226	236	246	256	266
7	207	217	227	237	247	257	267
8	208	218	228	238	248	258	268
9	209	219	229	239	249	259	269

6. ЗАДАЧИ

201. Вычислить массу m атома азота.

202. В баллоне вместимостью $V = 3 \text{ л}$ содержится кислород массой $m = 10 \text{ г}$. Определите концентрацию молекул газа.

203. Определите количество вещества ν и число N молекул азота массой $m = 0,2 \text{ кг}$.

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

205. Определите концентрацию N молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью $V = 2$ л. Количество вещества ν кислорода равно 0,2 моль.

206. Сколько молекул содержит 1 г водяного пара?

207. Колба емкостью $V = 0,5$ л содержит газ при нормальных условиях. Сколько молекул газа находится в колбе?

208. Определите массу моля μ и массу m_0 одной молекулы кислорода и азота.

209. Одна треть молекул азота массой $m = 10$ г распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в газе?

210. Определите количество вещества ν водорода, заполняющего сосуд объемом $V = 3$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $N = 2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$.

211. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $P_1 = 2$ МПа, температура $T_1 = 800$ К, в другом $P_2 = 2,5$ МПа, $T_2 = 200$ К. Сосуды соединили трубкой и охладил, находящийся в них кислород до температуры $T = 200$ К. Определите установившееся в сосудах давление P .

212. Азот находится в баллоне при температуре $T = 400$ К. На сколько изменится плотность ρ азота при изменении давления на $\Delta P = 2$ МПа и неизменной температуре $T = \text{const}$.

213. Определите относительную молекулярную массу M газа, если при температуре $T = 154$ К и давлении $P = 2,8$ МПа он имеет плотность $\rho = 6,1 \text{ кг/м}^3$.

0,28

214. Во сколько раз изменится плотность ρ азота при увеличении давления $P_1 = 2$ МПа до давления $P_2 = 3,6$ МПа при постоянной температуре?

215. В сосуде вместимостью $V = 40$ л находится кислород при температуре $T = 300$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta P = 100$ кПа. Определите массу m израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.

216. На сколько изменится плотность ρ водяного пара при увеличении давления $P_1 = 2$ МПа до давления $P_2 = 4,5$ МПа при неизменной температуре $T = 250$ К?

217. В сосуде емкостью 50 л находится азот при температуре 17 °С. Вследствие утечки газа давление уменьшилось на 80 кПа. Определите массу газа, вышедшего из баллона. Температуру считать неизменной.

218. Определите массу газа в баллоне емкостью 90 л при температуре 295 К и давлении $5 \cdot 10^5$ Па, если его плотность при нормальных условиях — $1,3 \text{ кг/м}^3$.

219. Баллон объемом $V = 20$ л заполнен при температуре $T = 400$ К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на $\Delta P = 200$ кПа. Определите массу m израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.

220. В баллоне объемом $V = 15$ л находится аргон при давлении $P_1 = 600$ кПа и температуре $T_1 = 300$ К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до $P_2 = 400$ кПа, а температура установилась $T_2 = 260$ К. Определите массу m аргона, взятого из баллона.

221. Давление газа $P = 1$ МПа; концентрация молекул $N = 10^{10} \text{ см}^{-3}$. Найдите среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения одной молекулы и температуру T газа.

222. Определите суммарную кинетическую энергию E_k поступательного движения всех молекул газа, находящихся в сосуде объемом $V = 3$ л под давлением $P = 540$ кПа.

223. Найдите полную кинетическую энергию, а также кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы аммиака NH_3 при температуре $t = 27$ °С.

224. Молярная внутренняя энергия U_m некоторого двухатомного газа равна 6,02 кДж/моль. Определите среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы этого газа.

225. Определите среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения и $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ вращательного движения молекулы азота при температуре $T = 1$ кК. Определите также полную кинетическую энергию $\epsilon_{\text{кин}}$ молекулы при тех же условиях.

226. Определите среднюю квадратичную скорость $\langle V_{\text{кв}} \rangle$ молекулы газа, заключенного в сосуд объемом $V = 2$ л под давлением $P = 200$ кПа. Масса газа $m = 0,3$ г.

227. Чему равна полная кинетическая энергия E_k , а также кинетическая энергия вращательного движения $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ молекул, содержащихся в 2 кг кислорода при температуре 340 К?

228. Водород находится при температуре $T = 30$ К. Найдите среднюю кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию E_k всех молекул этого газа; количество вещества водорода $\nu = 0,5$ моль.

229. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул азота равна средней арифметической скорости молекул водорода, находящихся при температуре 400 К?

230. Определите кинетическую энергию $\langle \epsilon_1 \rangle$, приходящуюся в среднем на одну степень свободы молекулы азота при температуре $T = 1000$ К, а также кинетическую энергию $\langle \epsilon_{\text{пост}} \rangle$ поступательного движения, $\langle \epsilon_{\text{вращ}} \rangle$ вращательного движения и полную кинетическую энергию $\epsilon_{\text{кин}}$ молекулы.

231. В сосуде объемом $V = 150$ л находится идеальный газ при температуре $T = 350$ К и давлении $P = 0,2$ МПа. Найдите теплоемкость C_V газа, если показатель адиабаты $\gamma = 1,4$.

232. Определите теплоемкость C_V двухатомного газа, который при температуре $T = 350$ К и давлении $P = 0,4$ МПа занимает объем $V = 3$ л.

233. Определите показатель адиабаты γ идеального газа, 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.

234. Определите число степеней свободы молекулы газа, если его молярная теплоемкость $C_p = 29,05 \cdot 10^3$ Дж/(кмоль·К).

235. В сосуде вместимостью $V = 6$ л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определите теплоемкость этого газа при постоянном объеме C_V .

236. Определите молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости при постоянном объеме и давлении равны $C_{уд} = 10,4$ кДж/(кг·К) и $C_{уд} = 14,6$ кДж/(кг·К).

237. Найдите удельные теплоемкости и показатель адиабаты одноатомного газа, зная, что его молярная масса $\mu = 20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

238. Вычислите удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса $\mu = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль и отношение теплоемкостей $C_p/C_V = 1,67$.

239. Трехатомный газ под давлением $P = 240$ кПа и температуре $t = 20$ °С занимает объем $V = 10$ л. Определите теплоемкость C_p этого газа при постоянном давлении.

240. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем $V = 5$ л. Вычислите теплоемкость C_V этого газа при постоянном объеме.

241. Кислород массой $m = 200$ г занимает объем $V_1 = 100$ л и находится под давлением $P_1 = 200$ кПа. При нагревании газ расширяется при постоянном давлении до объема $V_2 = 300$ л, а затем его давление возросло до $P_3 = 500$ кПа при неизменном объеме. Найдите изменение внутренней энергии ΔU газа, совершенную им работу A и теплоту Q , переданную газу. Постройте график процесса.

242. Азот нагрелся при постоянном давлении, причем ему была сообщена теплота $Q = 21$ кДж. Какую работу A совершил при этом газ? Каково было изменение ΔU внутренней энергии?

243. Объем водорода при изотермическом расширении ($T = 300$ К) увеличился в $N = 3$ раза. Определите работу A , совершенную газом, и теплоту Q , полученную им при этом. Масса m водорода равна 200 г.

244. Кислород, занимавший объем $V_1 = 1$ л при давлении $P_1 = 1,2$ МПа, адиабатически расширился до объема $V_2 = 10$ л. Определите работу расширения газа.

245. Водород массой $m = 40$ г, имевший температуру $T = 300$ К, адиабатически расширился, увеличив объем в $N_1 = 3$ раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в $N_2 = 2$ раза. Определите полную работу A и конечную температуру T газа.

246. Кислород занимает объем 2 л при давлении 0,2 МПа, а при давлении 1 МПа та же масса газа занимает объем 5 л. Определите количество теплоты, сообщенное газу в процессе перехода из первого состояния во второе, изменение внутренней энергии и совершенную газом работу, если процесс происходит: 1) сначала изохорно, затем изобарно; 2) сначала изобарно, затем изохорно. Объясните совпадение и различие ответов.

247. Азот массой $m = 0,1$ кг был изобарически нагрет от температуры $T_1 = 200$ К до температуры $T_2 = 400$ К. Определите работу A , совершенную газом, полученную им теплоту Q и изменение ΔU внутренней энергии азота.

248. 2 кг азота охлаждают при постоянном давлении от 400 до 300 К. Определите изменение внутренней энергии, работу и количество выделенной теплоты.

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

250. Азот (N_2), занимавший при давлении $P_1 = 10^5$ Па, объем $V_1 = 10$ л, расширяется вдвое. Начертите графики процессов в координатах P, V и определите конечное давление и работу, совершенную газом при следующих процессах: а) изобарном; б) изотермическом; в) адиабатном.

251. При изотермическом сжатии давление азота массой $m = 2$ кг было увеличено от $P_1 = 50$ кПа до $P_2 = 0,5$ МПа. Определите изменение энтропии газа.

252. Найдите изменение энтропии ΔS и количество теплоты Q , переданное азоту массой $m = 4$ г, находящемуся при нормальных условиях. В результате изобарического расширения объем газа изменяется от $V_1 = 5$ л до $V_2 = 9$ л.

253. Кислород массой $m = 2$ кг увеличил свой объем один раз — изотермически, другой — адиабатически. Каково будет изменение энтропии в этих двух случаях, если $N = V_2/V_1 = 5$?

254. Водород массой $m = 1$ г находится при нормальных условиях. При изохорическом нагревании давление P газа увеличилось в два раза. Определите изменение энтропии и переданное ему количество теплоты.

255. Водород массой $m = 100$ г был изобарически нагрет так, что объем его увеличился в N раз, затем водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в N раз. Найдите изменение энтропии, если $N = 3$.

256. Азот массой $m = 0,1$ кг был изобарно нагрет от температуры $T_1 = 200$ К до температуры $T_2 = 400$ К. Найдите изменение ΔS энтропии и работу A , совершенную газом.

257. Объем водорода при изотермическом расширении при температуре $T = 300$ К увеличился в $N = 3$ раза. Определите работу A , совершенную газом, теплоту Q , полученную при этом, и изменение ΔS энтропии. Масса m водорода равна 200 г.

258. Найдите изменение ΔS энтропии и количество теплоты Q , которое надо сообщить кислороду, находящемуся в баллоне емкостью $V = 50$ л при нормальных условиях, если при изохорном нагревании давление газа повысилось на $\Delta P = 0,5$ МПа.

259. Смешано $m_1 = 5$ кг воды при температуре $T_1 = 280$ К с $m_2 = 8$ кг воды при температуре $T_2 = 350$ К. Найдите: 1) температуру смеси; 2) изменение ΔS энтропии, происходящее при смешивании. Удельная теплоемкость воды $C_{уд} = 4,2$ кДж/(кг·К).

260. Кусок льда массой $m = 200$ г, взятый при температуре $t_1 = -10$ °С, был нагрет до $t_2 = 0$ °С и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры $t_3 = 10$ °С. Определите изменение ΔS энтропии льда. Удельная теплоемкость льда $C_{\text{л}} = 2,1$ кДж/(кг·К), воды $C_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг.

261. Определите работу A_2 изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого $\eta = 0,4$, если работа изотермического расширения равна $A_1 = 8 \text{ Дж}$.

262. Один киломоль двухатомного идеального газа совершает замкнутый цикл, состоящий из двух изобар и двух изохор. Максимальное и минимальное давление – 1,6 МПа и 1,2 МПа. Максимальный и минимальный объем 3 м³ и 2 м³. Определите: 1) теплоту Q_1 , полученную от нагревателя; 2) теплоту Q_2 , переданную охладителю; 3) работу A , совершаемую газом за один цикл; 4) КПД цикла.

263. Газ, совершающий цикл Карно, отдал охладителю теплоту $Q_2 = 14 \text{ кДж}$. Определите температуру T_1 нагревателя, если при температуре охладителя $T_2 = 280 \text{ К}$ работа цикла $A = 6 \text{ кДж}$.

264. При давлении 10^5 Па 0,2 моля двухатомного газа занимает объем 10 л. Газ изобарно сжимают до объема 4 л, затем сжимают адиабатно, после чего газ изотермически расширяется до начального объема и давления. Найдите: 1) работу, совершенную газом за один цикл; 2) количество теплоты, полученное газом от нагревателя; 3) теплоту, отданную газом холодильнику; 4) КПД цикла.

265. Газ, совершающий цикл Карно, отдал охладителю 67 % теплоты, полученной от нагревателя. Определите температуру T_2 охладителя, если температура нагревателя $T_1 = 430 \text{ К}$.

266. Идеальная тепловая машина совершает обратимый цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. В процессе цикла максимальное давление и объем газа в два раза больше минимального. Определите КПД цикла для одноатомного и двухатомного газа.

267. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура T_1 нагревателя равна 500 К, температура охладителя $T_2 = 280 \text{ К}$. Определите КПД цикла, а также работу A_1 , совершенную рабочим веществом при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа $A_2 = 70 \text{ Дж}$.

268. Тепловая машина с двумя молями двухатомного газа совершает цикл, состоящий из изохоры, изотермы и изобары, максимальный объем газа в 3 раза больше минимального, изотермический процесс протекает при температуре 450 К. Найдите КПД цикла и работу, совершаемую за один цикл.

269. Идеальный двухатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изотерм и двух изохор, причем наибольшая температура газа 500 К, а наименьшая – 300 К, наибольший объем 12 л, а наименьший – 3 л. Найдите КПД цикла.

270. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от нагревателя теплоту $Q_1 = 4,38 \text{ кДж}$ и совершил работу $A = 2,4 \text{ кДж}$. Определите температуру нагревателя, если температура охладителя $T_2 = 273 \text{ К}$.

ФИЗИКА

Методические указания

Редактор Л. Н. Ветчакова

Технический редактор Г. Е. Телятников

Подписано в печать 20.02.2001. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.

Тираж 300 экз. Уч.-изд. л. 1,25. Печ. л. 1,5. Изд. № 9. Заказ 174

Цена договорная.

Отпечатано в типографии

Новосибирского государственного технического университета
630092, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

K. p. 3

Из закона Ома для замкнутой цепи получаем

$$E = IR + Ir,$$

где I - сила тока; R - внешнее сопротивление; r - внутреннее сопротивление источника тока. Умножив левую и правую части на I , получим

$$EI = I^2 R + I^2 r,$$

где EI - полная мощность источника P ; $I^2 R$ - полезная мощность $P_{\text{пол}}$, которая выделяется на внешнем сопротивлении; $I^2 r$ - мощность потерь $P_{\text{пот}}$, которая выделяется на внутреннем сопротивлении источника тока.

Выразив, с помощью закона Ома, полезную мощность через сопротивление

$$P_{\text{пол}} = \frac{E^2 R}{(R + r)^2},$$

и исследовав эту функцию на максимум, можно показать, что наибольшая полезная мощность выделяется при равенстве внешнего сопротивления внутреннему: $R = r$.

Отношение полезной мощности $P_{\text{пол}}$ к полной мощности P , развиваемой источником тока, называется коэффициентом полезного действия (КПД) η этого источника: $\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P}$.

Таблица вариантов задач

Номер варианта	Номера задач						
0	310	320	330	340	350	360	370
1	301	311	321	331	341	351	361
2	302	312	322	332	342	352	362
3	303	313	323	333	343	353	363
4	304	314	324	334	344	354	364
5	305	315	325	335	345	355	365
6	306	316	326	336	346	356	366
7	307	317	327	337	347	357	367
8	308	318	328	338	348	358	368
9	309	319	329	339	349	359	369

ЗАДАЧИ

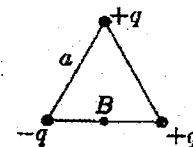
• 301. Два одинаковых положительных заряда $q = 1,0 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся в воздухе на расстоянии $l = 8,0$ см друг от друга. Определите напряженность электростатического поля: а) в точке О, находящейся на середине отрезка, соединяющего заряды; б) в точке А, расположенной на расстоянии $r = 5,0$ см от каждого заряда.

• 302. Отрицательный заряд $q_1 = -5q$ и положительный $q_2 = +2q$ закреплены на расстоянии r друг от друга. Где на линии, соединяющей заряды, следует поместить положительный заряд Q , чтобы он находился в равновесии?

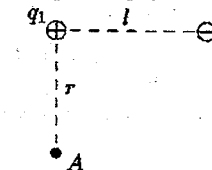
• 303. Расстояние между двумя точечными зарядами $q_1 = 7 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -14 \cdot 10^{-9}$ Кл равно 5,0 см. Найдите напряженность электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии 3,0 см от положительного заряда и на 4,0 см от отрицательного.

• 304. В вершинах квадрата со стороной a находятся одинаковые заряды $+q$. Какой заряд Q необходимо поместить в центре квадрата, чтобы вся система зарядов находилась в равновесии?

• 305. В вершинах равностороннего треугольника со стороной $a = 0,2$ м помещены заряды $|q| = 2,0 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найдите напряженность электростатического поля в точке В, расположенной на середине стороны треугольника.



• 306. Заряды $q_1 = 10$ мкКл и $q_2 = -10$ мкКл находятся на расстоянии $l = 10$ см. Определите напряженность электростатического поля в точке А, лежащей на перпендикуляре к линии, соединяющей заряды, и удаленной от q_1 на расстояние $r = 10$ см.



• 307. Два равных по величине заряда $|q_1| = |q_2| = 3,0 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены в вершинах острых углов равнобедренного прямоугольного треугольника на расстоянии $l = 2,0$ см. Определите, с какой силой оба заряда действуют на третий заряд $q_3 = +1,0 \cdot 10^{-9}$ Кл, находящийся в вершине прямого угла треугольника. Рассмотрите случаи, когда первые два заряда: а) одноименные; б) разноименные. Ответ поясните рисунками.

• 308. Три одинаковых положительных заряда величиной q каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Какой отрицательный заряд Q надо поместить в центре треугольника, чтобы система из четырех зарядов находилась в равновесии?

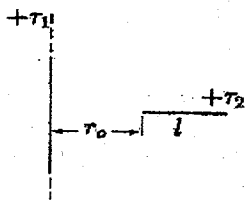
• 309. Два шарика массой $m = 1,0 \text{ г}$ каждый подвешены на нитях, верхние концы которых соединены вместе. Длина каждой нити равна $l = 1,0 \text{ см}$. Какие одинаковые заряды необходимо сообщить шарикам, чтобы нити разошлись на угол $\alpha = 60^\circ$?

• 310. Три одинаковых заряда величиной $q = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ каждый расположены в вершинах прямоугольного треугольника, имеющего катеты: $a = 40 \text{ см}$ и $b = 30 \text{ см}$. Найдите напряженность электростатического поля, создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным на нее из вершины прямого угла.

• 311. На бесконечной вертикально расположенной плоскости равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 400 \text{ мкКл/м}^2$. К плоскости на нити подвешен шарик массой $m = 10 \text{ г}$. Определите заряд шарика q , если нить образует с плоскостью угол $\phi = 30^\circ$.

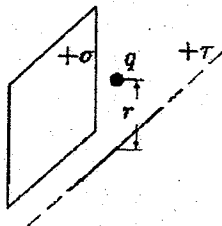
• 312. Параллельно бесконечной плоскости, заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 4,0 \text{ мкКл/м}^2$, расположена бесконечно длинная прямая нить, заряженная с линейной плотностью заряда $\tau = 100 \text{ нКл/м}$. Определите силу F , действующую со стороны плоскости на отрезок нити длиной $L = 1,0 \text{ м}$.

• 313. С какой силой, приходящейся на единицу площади, отталкиваются две одноименно заряженные бесконечно протяженные плоскости с одинаковой поверхностной плотностью заряда $\sigma = -2,0 \text{ мкКл/м}^2$?



• 314. Бесконечная прямая нить, равномерно заряженная с линейной плотностью заряда $\tau_1 = +3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$, и отрезок нити длиной $l = 20 \text{ см}$, равномерно заряженный с линейной плотностью заряда $\tau_2 = +2,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$, расположены в одной плоскости перпендикулярно друг другу на расстоянии $r_0 = 10 \text{ см}$. Определите силу взаимодействия между ними.

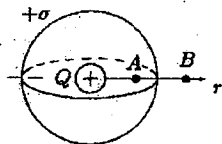
• 315. Электрическое поле создано бесконечной плоскостью, заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 400 \text{ нКл/м}^2$, и бесконечной прямой нитью, заряженной с линейной плотностью заряда $\tau = 100 \text{ нКл/м}$. На расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от нити находится точечный заряд $q = 10 \text{ нКл}$. Определите величину и направление силы, действующей на заряд, если заряд и нить лежат в одной плоскости, параллельной заряженной плоскости.



• 316. Пластины плоского конденсатора площадью $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ каждая притягиваются с силой $1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$. Пространство между пластинами заполнено диэлектриком с $\epsilon = 2,0$. Определите: а) модуль вектора электрического смещения $|D|$; б) заряд каждой пластины.

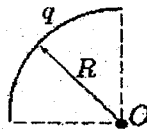
• 317. Электростатическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью. Протон, двигаясь под действием этого поля от точки, находящейся на расстоянии $x_1 = 1,0 \text{ см}$ от нити, до точки $x_2 = 4,0 \text{ см}$, изменил свою скорость от $2,0 \cdot 10^5$ до $3,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Найдите линейную плотность заряда нити τ . Масса протона $m = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

• 318. Точечный заряд $Q = +3,0 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ находится в центре сферы радиусом $R = 20 \text{ см}$, равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = +2,0 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2$. Найдите силу, действующую на заряд $q = +2,0 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, который последовательно помещают сначала в точку A , а затем в точку B . Точка A находится на расстоянии $r_A = 16 \text{ см}$ от центра сферы, а точка B - на расстоянии $r_B = 30 \text{ см}$. Изобразите графически зависимость $E(r)$, где r - расстояние от центра сферы.



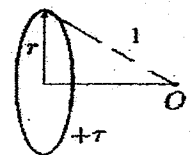
• 319. Между пластинами плоского воздушного конденсатора находится точечный заряд $q = 30 \text{ нКл}$. Поле конденсатора действует на заряд с силой $F = 10 \text{ мН}$. Определите силу взаимного притяжения пластин, если площадь каждой пластины $S = 100 \text{ см}^2$.

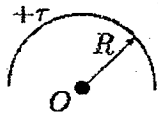
• 320. Точечный заряд $q = 25 \text{ нКл}$ находится в поле, созданном прямым бесконечным цилиндром радиусом $R = 1,0 \text{ см}$, равномерно заряженным с поверхностной плотностью заряда $\sigma = +0,20 \text{ нКл/см}^2$. Определите силу, действующую на заряд, если заряд находится на расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от оси цилиндра.



• 321. По тонкой нити, изогнутой по дуге окружности радиусом $R = 10 \text{ см}$, равномерно распределен заряд $q = 20 \text{ нКл}$. Используя принцип суперпозиции, определите напряженность электростатического поля $\vec{E}$, создаваемого этим зарядом в центре кривизны дуги, если длина нити равна четверти длины окружности.

• 322. По тонкому кольцу радиусом $r = 8,0 \text{ см}$ равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10 \text{ нКл/м}$. Используя принцип суперпозиции, определите напряженность электростатического поля $\vec{E}$ в точке O , равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $l = 10 \text{ см}$.



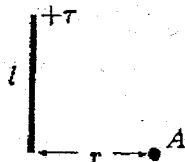


• 323. Тонкое полукольцо радиусом R равномерно заряжено с линейной плотностью заряда $+\tau$. Используя принцип суперпозиции, определите напряженность электростатического поля $\vec{E}$ в центре кривизны полукольца.

• 324. Заряд $q = 10 \text{ нКл}$ равномерно распределен по дуге окружности, радиус которой $R = 1,0 \text{ см}$, а угол раствора $\alpha = \frac{2\pi}{3}$. Используя принцип суперпозиции, определите напряженность электростатического поля $\vec{E}$ в центре кривизны дуги.

• 325. По дуге, длина которой равна $\frac{2}{3}$ длины окружности радиусом $R = 10 \text{ см}$, равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 0,2 \text{ мкКл/м}$. Используя принцип суперпозиции, определите напряженность электростатического поля E в центре кривизны дуги.

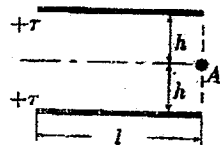
• 326. Тонкий стержень длиной $l = 10 \text{ см}$ заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 400 \text{ нКл/м}$. Используя принцип суперпозиции, найдите напряженность электростатического поля $\vec{E}$ в точке A , которая удалена от конца стержня на расстояние $r = 8,0 \text{ см}$ перпендикулярно стержню.



• 327. Тонкое кольцо радиусом R равномерно заряжено с линейной плотностью заряда τ . Используя принцип суперпозиции, найдите напряженность электростатического поля: а) в центре кольца; б) в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии h от его центра.

• 328. На тонком полукольце радиусом $R = 20 \text{ см}$ равномерно распределен заряд $Q_1 = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$. Используя принцип суперпозиции, определите силу, действующую на точечный заряд $Q_2 = 4,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, расположенный в центре кривизны полукольца.

• 329. Тонкий стержень длиной $l = 0,5 \text{ м}$ равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$. Используя принцип суперпозиции, найдите напряженность электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии $a = 0,1 \text{ м}$ от стержня и равноудаленной от его концов. Как изменится напряженность поля, если: 1) $a \ll l$; 2) $a \gg l$?



• 330. Используя принцип суперпозиции, найдите напряженность электростатического поля E , которое создают в точке A параллельные равномерно заряженные с линейной плотностью заряда $\tau = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$ тонкие нити длиной $l = 0,50 \text{ м}$. Точка A находится в одной плоскости с нитями и удалена от каждой нити на расстояние $h = 0,20 \text{ м}$.

• 331. Около заряженной бесконечно протяженной плоскости находится точечный заряд $q = 0,66 \text{ нКл}$. Заряд перемещается по линии напряженности поля на расстояние $l = 2,0 \text{ см}$. При этом совершается работа $A = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$. Найдите поверхностную плотность заряда σ на плоскости.

• 332. При радиоактивном распаде из ядра атома полония вылетает α -частица со скоростью $V = 1,6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$. Найдите разность потенциалов электрического поля U , в котором можно разогнать покоящуюся α -частицу до такой скорости ($q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $m_\alpha = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$).

• 333. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью с линейной плотностью заряда $\tau = 0,2 \text{ мкКл/м}$. Какую скорость V получит электрон под действием поля, приблизившись к нити с расстояния $r_1 = 1,0 \text{ см}$ до расстояния $r_2 = 0,5 \text{ см}$?

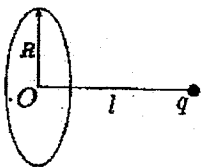
• 334. Поверхностная плотность заряда металлической сферы $\sigma = 0,33 \text{ мкКл/м}^2$. Потенциал сферы на расстоянии $\Delta r = 1,5 \text{ см}$ от поверхности равен $\phi = 750 \text{ В}$. Найдите радиус R сферы.

• 335. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью. Двигаясь под действием этого поля от точки, находящейся на расстоянии $r_1 = 1,0 \text{ см}$ от нити, до точки, находящейся на расстоянии $r_2 = 4,0 \text{ см}$ от нити, α -частица изменила свою скорость от $V_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ до $V_2 = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Найдите линейную плотность заряда τ на нити ($q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $m_\alpha = 6,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$).

• 336. Электрон летит от одной пластины плоского конденсатора до другой. Разность потенциалов между пластинами $U = 3,0 \text{ кВ}$, а расстояние между ними $d = 5,0 \text{ мм}$. Найдите скорость V , с которой электрон приходит ко второй пластине, и поверхностную плотность зарядов на пластинах σ ($q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$).

• 337. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобретает скорость $V = 1,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Расстояние между пластинами $d = 5,3 \text{ мм}$. Найдите разность потенциалов U между пластинами и поверхностную плотность заряда σ на пластинах.

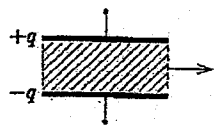
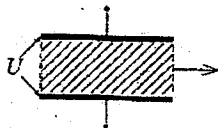
• 338. Электрическое поле образовано двумя параллельными пластинами, находящимися на расстоянии $d = 2,0 \text{ см}$ друг от друга. К пластинам приложена разность потенциалов $U = 120 \text{ В}$. Какую скорость получит электрон под действием поля, пройдя вдоль линии напряженности расстояние $\Delta x = 3,0 \text{ мм}$?



• 339. На тонком кольце радиусом $R = 8,0 \text{ см}$ равномерно распределен заряд $Q = 3,0 \text{ мкКл}$. На оси кольца на расстоянии $l = 12 \text{ см}$ от центра O находится точечный заряд $q = -0,1 \text{ мкКл}$. Какую работу необходимо совершить, чтобы удалить заряд q на бесконечность?

• 340. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 200 \text{ В/м}$ влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью $V_0 = 2,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Определите расстояние l , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

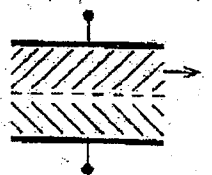
• 341. Найдите работу, которую нужно затратить, чтобы вынуть диэлектрик из плоского конденсатора, если напряжение на пластинах поддерживается постоянным и равным $U = 500 \text{ В}$. Площадь пластин $S = 50 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 0,50 \text{ см}$, а диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 2,0$.



• 342. Найдите работу, которую нужно затратить, чтобы вынуть диэлектрик из плоского конденсатора, если заряд на пластинах поддерживается постоянным и равным $q = 6,0 \text{ мкКл}$. Площадь пластин $S = 100 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 0,3 \text{ см}$, а диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 2,0$.

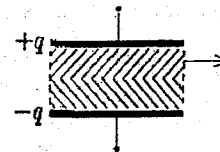
• 343. Найдите работу A , которую нужно затратить, чтобы увеличить расстояние x между пластинами плоского воздушного конденсатора, заряженного разноименными зарядами $Q = 0,2 \text{ мкКл}$, на величину $\Delta x = 0,2 \text{ мм}$. Площадь каждой из пластин конденсатора $S = 400 \text{ см}^2$.

• 344. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского вакуумного конденсатора с площадью пластин $S = 100 \text{ см}^2$ от расстояния $x_1 = 0,03 \text{ м}$ до расстояния $x_2 = 0,10 \text{ м}$? Напряжение между пластинами конденсатора постоянно и равно $U = 220 \text{ В}$.



• 345. Найдите работу, которую нужно затратить, чтобы вынуть одну половинку диэлектрика из плоского конденсатора, если напряжение между пластинами поддерживается постоянным и равным $U = 300 \text{ В}$. Площадь пластин $S = 250 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 1,0 \text{ см}$, а диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 3,0$.

• 346. Найдите работу, которую нужно затратить, чтобы вынуть одну половинку диэлектрика из плоского конденсатора, если заряд на пластинах поддерживается постоянным и равным $q = 5,0 \text{ мкКл}$. Площадь пластин $S = 50 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 0,3 \text{ см}$, а диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 2,0$.



• 347. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 0,01 \text{ м}^2$, а расстояние между ними $d = 5,0 \text{ мм}$. Какая разность потенциалов U была приложена к пластинам, если известно, что при разряде конденсатора выделилось $Q = 4,19 \text{ мДж}$ тепла?

• 348. Плоский конденсатор, заполненный жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3,0$, зарядили, затратив на это энергию $W_1 = 10 \text{ мкДж}$. Затем конденсатор отсоединили от источника, слили из него диэлектрик и разрядили. Определите энергию W_2 , которая выделилась при разрядке.

• 349. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана некоторая разность потенциалов. Его энергия при этом $W = 70 \text{ мкДж}$. После того как конденсатор отключили от источника напряжения, диэлектрик вынули из конденсатора. Найдите диэлектрическую проницаемость диэлектрика ϵ , если работа, которая была совершена против сил электрического поля, чтобы вынуть диэлектрик, $A = 20 \text{ мкДж}$.

• 350. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 125 \text{ см}^2$, а расстояние между ними $d_1 = 5,0 \text{ мм}$. К пластинам конденсатора приложена разность потенциалов $U = 6 \cdot 10^3 \text{ В}$. Найдите изменение емкости конденсатора ΔC и изменение плотности энергии Δw электрического поля при увеличении расстояния между пластинами до $d_2 = 10 \text{ мм}$, если источник напряжения не отключается.

• 351. Обкладки конденсатора с неизвестной емкостью C_1 , заряженного до напряжения $U_1 = 80 \text{ В}$, соединяют с обкладками конденсатора емкостью $C_2 = 60 \text{ мкФ}$, заряженного до напряжения $U_2 = 16 \text{ В}$. Определите емкость C_1 , если напряжение на конденсаторах после их соединения $U_1 = 20 \text{ В}$. Конденсаторы соединяются обкладками, имеющими: а) одноименные заряды; б) разноименные заряды.

• 352. Заряженный шар 1 радиусом $R_1 = 2,0 \text{ см}$ приводится в соприкосновение с незаряженным шаром 2, радиус которого $R_2 = 3,0 \text{ см}$. После того как шары разъединили, заряд шара 2 оказался равным $q_2 = 3,0 \text{ мкКл}$. Какой заряд q_1 был на шаре 1 до соприкосновения с шаром 2?

• 353. Конденсатор емкостью C_1 , заряженный до напряжения $U_1 = 100 \text{ В}$, соединяется с конденсатором емкостью $C_2 = 2C_1$, заряженным до напряжения $U_2 = 200 \text{ В}$ параллельно (положительная обкладка с положительной, отрицательная с отрицательной). Какое напряжение установится между обкладками?

• 354. Конденсатор емкостью $C_1 = 10 \text{ мкФ}$ заряжен до напряжения $U = 10 \text{ В}$. Определите заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, не заряженный, конденсатор емкостью $C_2 = 20 \text{ мкФ}$.

• 355. Конденсатор емкостью $C_1 = 1,0 \text{ мкФ}$, предварительно заряженный до напряжения $U = 300 \text{ В}$, подключили параллельно к незаряженному конденсатору емкостью $C_2 = 2,0 \text{ мкФ}$. Найдите приращение электрической энергии этой системы ΔW к моменту установления равновесия.

• 356. В плоский конденсатор вдвинули пластинку парафина толщиной $d = 1,0 \text{ см}$, которая вплотную прилегает к пластинам конденсатора. Диэлектрическая проницаемость парафина $\varepsilon = 2,0$. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами конденсатора, чтобы получить прежнюю емкость?

• 357. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 5,0 \text{ см}$ и $R_2 = 10 \text{ см}$ имеют заряды $Q_1 = 40 \text{ нКл}$ и $Q_2 = -20 \text{ нКл}$ соответственно. Найдите энергию W , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.

• 358. На плоский воздушный конденсатор с толщиной воздушного слоя $d = 1,2 \text{ см}$ подается напряжение $U = 32 \text{ кВ}$. Будет ли пробит конденсатор, если предельная напряженность электрического поля в воздухе $E^* = 30 \text{ кВ/см}$?

• 359. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 12,5 \text{ см}^2$, а расстояние между ними $d_1 = 5,0 \text{ мм}$. Найдите изменение емкости конденсатора ΔC и изменение плотности энергии Δw электрического поля при увеличении расстояния между пластинами до $d_2 = 10 \text{ мм}$, если источник напряжения перед этим был отключен.

• 360. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: слой стекла толщиной $d_1 = 0,2 \text{ см}$ и слой парафина толщиной $d_2 = 0,3 \text{ см}$. Разность потенциалов между обкладками $U = 300 \text{ В}$. Найдите плотность энергии электрического поля в каждом слое ($\varepsilon_{ст} = 9,0$; $\varepsilon_n = 3,0$).

• 361. От батареи, ЭДС которой $E = 600 \text{ В}$, требуется передать энергию на расстояние $l = 1 \text{ км}$. Потребляемая мощность $P = 5 \text{ кВт}$. Найдите минимальные потери мощности в сети, если диаметр подводящих медных проводов $d = 0,5 \text{ см}$.

• 362. К батарее, ЭДС которой $E = 2 \text{ В}$ и внутреннее сопротивление $r = 0,5 \text{ Ом}$, присоединен проводник. Определить: 1) при каком сопротивлении проводника мощность, выделяемая на нем, максимальна? 2) как велика при этом мощность, выделяемая в проводнике?

• 363. Аккумулятор замыкают один раз таким сопротивлением, что сила тока равна 3 А , а второй раз таким сопротивлением, что сила тока равна 2 А . Определить ЭДС аккумулятора, если мощность тока во внешней цепи в обоих случаях одинакова, а внутреннее сопротивление аккумулятора равно $r = 4 \text{ Ом}$.

• 364. ЭДС батареи $E = 24 \text{ В}$. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 10 \text{ А}$. Определить максимальную мощность $P_{\max}$, которая может выделяться во внешней цепи.

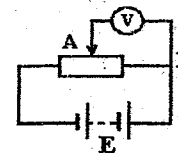
• 365. При внешнем сопротивлении $r_1 = 8 \text{ Ом}$ сила тока в цепи равна $I_1 = 0,8 \text{ А}$, а при сопротивлении $r_2 = 15 \text{ Ом}$ сила тока $I_2 = 0,5 \text{ А}$. Определите силу тока $I_{кз}$ короткого замыкания источника ЭДС.

• 366. Найти внутреннее сопротивление генератора, если известно, что мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова при двух значениях внешнего сопротивления $R_1 = 5 \text{ Ом}$ и $R_2 = 0,2 \text{ Ом}$.

• 367. От генератора, ЭДС которого равна 110 В , требуется передать энергию на расстояние 250 м . Мощность нагрузки равна 1 кВт . Найдите минимальное сечение медных подводящих проводов, если потери мощности в цепи не должны превышать 1% от мощности нагрузки.

• 368. ЭДС батареи $E = 12 \text{ В}$. При силе тока $I = 4 \text{ А}$ КПД батареи равен $0,6$. Определите внутреннее сопротивление батареи.

• 369. Потенциометр сопротивлением $R = 100 \text{ Ом}$ подключен к батарее с ЭДС $E = 150 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 50 \text{ Ом}$. Определить: 1) показания вольтметра сопротивлением $R_v = 500 \text{ Ом}$, соединенного с одной из клемм потенциометра (точка В) и подвижным контактом (точка А), установленным посередине потенциометра; 2) разность потенциалов между теми же точками потенциометра при отключенном вольтметре.



• 370. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ нарастает в течение времени $\Delta t = 2 \text{ с}$ по линейному закону от $I_0 = 0 \text{ А}$ до $I = 6 \text{ А}$. Определите теплоту Q_1 , выделяющуюся в этом проводнике за первую секунду, и теплоту Q_2 - за вторую, а также найдите отношение $\frac{Q_2}{Q_1}$.